

ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА ГИДРОМОНИТОРИНГА КАК ИНСТРУМЕНТ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И СНИЖЕНИЯ РИСКОВ ПАВОДКОВОЙ СИТУАЦИИ В ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

Гиззаттуллина А.Р., Дудоров В.Е., Бурцева Т.И.

Оренбургский государственный университет

Аннотация

В данной статье рассматривается актуальная проблема в области безопасности жизнедеятельности: защита населения и территорий от катастрофических наводнений. Основное внимание уделяется Оренбургской области, где предлагается комплексный технологический подход к управлению паводковыми рисками. Разработанная «Цифровая система гидромониторинга Оренбургской области» представляет собой геоинформационную систему с интегрированной аналитической моделью, основанной на алгоритмах машинного обучения. Модель использует метод логистической регрессии и обучена на исторических данных за 2001-2021 годы. Система осуществляет прогнозирование вероятности наводнения с заблаговременностью 7-10 дней, анализируя ключевые параметры: запасы воды в снежном покрове, среднюю весеннюю температуру, объем осадков и скорость снеготаяния. Особое внимание уделяется аспектам безопасности жизнедеятельности. В системе реализованы функции автоматического оповещения органов власти и населения, разработаны рекомендации по защитным мерам и эвакуации, обеспечена визуализация зон потенциального затопления. Точность прогнозирования системы составляет 80,0%, что подтверждено тестированием на исторических данных. Практическая ценность работы заключается в создании эффективного инструмента для перехода от реагирования на последствия наводнений к проактивному управлению рисками. Система может быть внедрена в деятельность органов МЧС, региональных и муниципальных властей для совершенствования системы защиты населения от гидрологических опасностей.

Ключевые слова

безопасность жизнедеятельности, паводок, прогнозирование, управление рисками ЧС, мониторинг опасных природных процессов, система оповещения, защита населения, машинное обучение, гидромониторинг

Введение

Обеспечение безопасности и благополучия населения является важнейшей целью национальной политики Российской Федерации, особенно в свете растущей частоты и интенсивности стихийных бедствий. В рамках мероприятий по обеспечению безопасности жизнедеятельности необходимость защиты территорий от катастрофических наводнений приобретает решающее значение, учитывая их широкое воздействие на население, экономические активы и

важнейшую инфраструктуру. Оренбургская область, расположенная в зоне повышенного риска наводнений, испытала на себе разрушительные последствия крупного наводнения в апреле 2024 года [1]. Это событие подчеркнуло ограниченную эффективность существующих систем мониторинга и прогнозирования, способствующих своевременному принятию упреждающих мер по обеспечению общественной безопасности.

Наводнение на Урале в 2024 году

Данные на 18 апреля



Максимальный уровень подъема воды в р. Урал в 2024 году (в метрах)

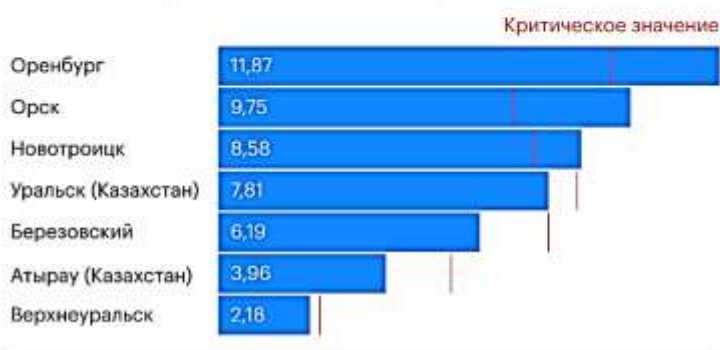


Рисунок 1 – Максимальной уровень подъёма воды в Оренбурге

Современная парадигма БЖД предполагает переход от реактивного реагирования к упреждающему управлению рисками, основанному на точном прогнозировании и заблаговременном планировании защитных мер. Однако традиционные подходы к гидрологическому прогнозированию, которые часто основаны на анализе исторических данных и упрощенных моделях, не в состоянии в полной мере реализовать этот принцип, что создает существенные угрозы безопасности населения в регионах, подверженных наводнениям.

Решение этой проблемы заключается в активном внедрении цифровых технологий и методологий искусственного интеллекта в практику БЖД. Интеграция различных источников данных в режиме реального времени, применение моделей прогнозной аналитики и автоматизация систем оповещения открывают возможности для существенного повышения эффективности и обоснованности управленческих решений, связанных с предотвращением стихийных бедствий.

Целью данного исследования является разработка и апробация методологии использования цифровой системы гидромониторинга в качестве ключевого компонента защиты населения Оренбургской области от наводнений. Исследование направлено на решение таких задач, как анализ региональных рисков наводнений, создание прогностической модели на основе машинного обучения и разработка практических инструментов для раннего предупреждения и планирования эвакуации.

Предлагаемая методология не только облегчает количественную оценку рисков наводнений, но и обеспечивает научную основу для принятия обоснованных решений в области защиты населения и территорий. Это соответствует современным требованиям в области безопасности жизнедеятельности и стратегическим приоритетам развития систем предупреждения о стихийных бедствиях в Российской Федерации.

Обзор литературы и нормативной базы исследования

Проведенный анализ научной литературы и нормативно-правовой базы позволил сформировать комплексный теоретический фундамент для разработки цифровой системы гидромониторинга с позиций безопасности жизнедеятельности. Все использованные источники можно систематизировать по нескольким ключевым группам, что отражено в Таблице 1.

Проведенный анализ нормативной базы и научной литературы был дополнен изучением специализированных источников, позволяющих углубить теоретическую основу разработки цифровой системы гидромониторинга.

Исследование Нестеренко М.Ю. и др. «Природно-техногенная геодинамика и сейсмическая активность...» [8] предоставляет ценные методики мониторинга геотектонических процессов с применением спутниковых систем, что особенно актуально для оценки устойчивости территорий Южного Предуралья к паводковым воздействиям. Работа Назыровой Н.М. «Основные техногенные опасности в Оренбургской области» [9] дополняет этот анализ систематизацией данных о техногенных рисках региона, позволяя оценить комплексное воздействие на экосистему и население.

Фундаментальное значение имеет монография Ерёмина М.Н. «Оценка риска и управление безопасностью территорий региона», [10] которая служит теоретической базой для разработки систем мониторинга и реагирования на ЧС. Методологические основы безопасности жизнедеятельности, изложенные в работах Арустамова Э.А. [11] и Белякова Г.И., [12] систематизируют нормативно-правовую базу и принципы анализа опасностей. Практические аспекты защиты от ЧС детально раскрыты в учебнике Бондаренко А.П., содержащем алгоритмы действий при паводках [13].

Важную нормативную основу составляют ГОСТ Р 22.1.01-95, [14] устанавливающий требования к системе мониторинга и прогнозирования ЧС, и Водный кодекс Российской Федерации, [15] регулирующий вопросы использования и охраны водных объектов. Методические рекомендации МЧС России по противопаводковым мероприятиям [16] предоставляют практические алгоритмы действий и критерии оценки паводковой обстановки.

Интеграция рассмотренных источников позволяет создать комплексную систему гидромониторинга, учитывающую геодинамические особенности территории, техногенные риски,

нормативные требования и практические аспекты организации противопаводковых мероприятий. Однако анализ показал, что существующие работы не предлагают готовых решений для цифровой системы, адаптированной к специфическим условиям Оренбургской области, что определяет научную новизну настоящего исследования.

Таблица 1 – Основные группы источников, использованных в исследовании:

Группа источников	Источники	Краткая характеристика вклада
Нормативно-правовые акты и стандарты	Постановление Правительства Оренбургской области от 16 сентября 2021 года № 805-пп «Об утверждении положения о региональном государственном геологическом контроле (надзоре)» [2]	Устанавливает порядок контроля за использованием и охраной недр, что может быть связано с мониторингом подземных вод.
Нормативно-правовые акты и стандарты	Федеральный закон от 21.12.1994 №68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [3]	определяет общие организационно-правовые нормы в области защиты граждан РФ, иностранного граждан и лиц без гражданства, находящихся на территории РФ, всего земельного, водного, воздушного пространства в пределах РФ или его части, объектов производственного и социального назначения, а также окружающей природной среды от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характер
Научные работы по оценке рисков	Рахимова Н. Н., Бурцева Т. И. «Оценка риска здоровью населения».[4]	Учебное пособие, посвящённое методам оценки рисков для здоровья населения, может быть полезно для анализа последствий паводков на население и разработки мер по их минимизации
Региональные гидрологические исследования	Аринжанов А.Е., Саркенов А.С. «Водный фонд Оренбургской области: проблемы и перспективы» (2022); Савилова Е.Б. и др. «К обоснованию гидрогеологического мониторинга на примере Оренбургского нефтегазового комплекса» (2020) [5]	Содержат комплексный анализ водных ресурсов региона, выявили специфические особенности гидрологического режима, важные для прогнозирования паводков
Зарубежные работы по управлению рисками и информационной безопасностью в высшем образовании	European Flood Awareness System (EFAS) [6]	Европейская система предупреждения о наводнениях, которая включает методы мониторинга и прогнозирования. Описание системы может быть полезно для изучения международных практик

Цель, задачи и методы исследования

Основная цель статьи – научное обоснование и разработка методологии создания цифровой системы гидромониторинга для прогнозирования и снижения рисков паводковой ситуации в Оренбургской области с позиций обеспечения безопасности жизнедеятельности.

Гипотеза исследования состоит в том, что комплексное использование современных цифровых технологий, методов машинного обучения и геоинформационных систем позволит создать эффективный инструмент для:

- повышения точности и заблаговременности прогнозирования паводков;
- минимизации социально-экономического ущерба;
- снижения рисков для жизни и здоровья населения;
- оптимизации управленческих решений в области защиты территорий.

Задачи исследования:

1. Аналитико-методологическая задача: провести комплексный анализ нормативно-правовой базы, научной литературы и существующих практик в области прогнозирования паводков, с выделением преимуществ и ограничений традиционных подходов.

2. Диагностическая задача: выявить и систематизировать ключевые факторы паводкообразования в Оренбургской области на основе ретроспективного анализа паводковых событий 1942 и 2024 годов.

3. Конструкторско-технологическая задача: разработать архитектуру цифровой системы гидромониторинга, включая модуль сбора и интеграции гетерогенных данных (метеорологические, гидрологические, спутниковые), прогностическую модель на основе машинного обучения, интерфейс визуализации и оповещения.

4. Алгоритмическая задача: реализовать и апробировать алгоритм логистической регрессии для оценки вероятности паводковой ситуации с количественной оценкой точности прогноза.

5. Практико-ориентированная задача: разработать практические рекомендации по внедрению системы в деятельность органов власти и МЧС для совершенствования мер по обеспечению безопасности жизнедеятельности населения.

Научная новизна исследования заключается в: создании интегрированной отраслевой ГИС, сочетающей мониторинг в реальном времени с предиктивной аналитикой; разработке адаптированной к региональным условиям прогностической модели на основе машинного обучения; методологии оперативной оценки рисков для здоровья населения в условиях паводковой угрозы.

Практическая значимость определяется возможностью непосредственного внедрения разработанной системы в практику регионального управления для:

- сокращения времени принятия решений при угрозе паводков;
- планирования эвакуационных мероприятий;
- оптимизации ресурсов на противопаводковые мероприятия;
- снижения ущерба объектам экономики и инфраструктуры.

Таким образом, представленное исследование направлено на создание научно-обоснованного и технологически современного решения актуальной проблемы обеспечения безопасности жизнедеятельности в паводкоопасном регионе.

Для достижения поставленной цели и решения связанных с ней задач в исследовании использовался набор взаимодополняющих методик исследования.

Этот многогранный подход включал в себя:

1. Теоретические методы:

- Системный анализ: используется для изучения объекта исследования как единой, взаимосвязанной системы элементов.
- Сравнительно-правовой анализ: используется для анализа нормативно-правовой базы как на федеральном, так и на региональном уровнях.
- Историко-генетический анализ: применяется для изучения генезиса и эволюции наводнений, произошедших в 1942 и 2024 годах.
- Структурно-функциональный анализ: используется для анализа организации и эксплуатационных характеристик существующих систем гидромониторинга.

2. Эмпирические методы:

- Полевые наблюдения: проводятся для наблюдения за гидрологическим режимом реки Урал и ее притоков.
- Инструментальные измерения: проводятся для количественной оценки метеорологических параметров.

- Спутниковый мониторинг: используется для отслеживания снежного покрова и затопленных территорий.

- Экспериментальное моделирование: используется для моделирования сценариев наводнений.

3. Математические и статистические методы:

- Регрессионный анализ: используется для выявления взаимосвязей между факторами, вызывающими наводнения.

- Корреляционный анализ: проводился для определения взаимозависимости между метеорологическими параметрами и уровнем воды.

- Методы машинного обучения: для прогнозирования использовалась логистическая регрессия.

- Вероятностно-статистические методы: используются для оценки рисков.

- Методы проверки достоверности: применяются для оценки точности и надежности прогностических моделей.

4. Специализированные методы:

- ГИС-технологии: используются для пространственного анализа и визуализации данных.

- Алгоритмы интеллектуального анализа данных: используются для интеллектуального анализа данных и поиска знаний.

- Методы многокритериальной оптимизации: применяются для оптимизации архитектуры системы.

- SWOT-анализ: проводится для оценки сильных и слабых сторон, возможностей и угроз, связанных с предлагаемыми решениями.

5. Программные и аппаратные методы:

- Прототипирование программного обеспечения: используется для первоначального проектирования и оценки программного обеспечения.

- Интегрированное тестирование системы: Реализовано для тестирования компонентов системы.

- Юзабилити-тестирование: используется для оценки удобства и практичности интерфейсов.

Выбор этих методов был обусловлен сложным характером исследовательской задачи, необходимостью синергетического подхода, сочетающего теоретические основы с практической реализацией, а также требованием обеспечения надежности и воспроизводимости результатов. Применение этих многоуровневых методов исследования способствовало всестороннему анализу объекта исследования и разработке научно обоснованного решения.

Разработка архитектуры цифровой системы гидромониторинга и анализ результатов

В ходе исследования была разработана комплексная архитектура цифровой системы гидромониторинга для Оренбургской области. Система представляет собой многоуровневый программно-аппаратный комплекс, интегрирующий разнородные источники данных и аналитические модули. Архитектура системы включает четыре основных компонента: модуль сбора данных, аналитический модуль, модуль визуализации и модуль оповещения.

Модуль сбора данных обеспечивает интеграцию информации с метеорологических станций, гидрологических постов, спутниковых систем мониторинга и добровольных сообщений от населения. Особенностью системы является возможность обработки данных в режиме,

близком к реальному времени, что обеспечивает оперативность принятия решений. Аналитический модуль реализует алгоритмы машинного обучения для прогнозирования паводковой ситуации на основе комплекса гидрометеорологических параметров.

Основу системы составляет математическая модель, построенная на методах машинного обучения. В качестве базового алгоритма использована логистическая регрессия, показавшая наибольшую эффективность при работе с гидрометеорологическими данными. Модель учитывает четыре ключевых параметра: запасы воды в снежном покрове, среднюю весеннюю температуру, объем весенних осадков и скорость снеготаяния.

Для обучения модели использованы исторические данные за период с 2001 по 2021 год, включающие информацию о 16 паводковых ситуациях из 21 года наблюдений. Процесс обучения включал кросс-валидацию и тестирование на контрольных выборках. В результате достигнута точность прогнозирования на уровне 80,0%, что подтверждено статистическими тестами.

Пользовательский интерфейс системы реализован как веб-приложение с интуитивно понятной навигацией. Основной экран содержит панель управления параметрами прогноза, включающую поля для ввода данных: целевой год, снежный покров, температура, осадки и скорость снеготаяния. В правой части интерфейса отображается статистика модели и результаты прогноза.

Визуализация результатов включает процентное отображение вероятности безопасной ситуации и исторических наводнений. Для наглядности используются цветовые индикаторы и графические элементы. Особенностью интерфейса является возможность динамического изменения параметров и мгновенного получения обновленного прогноза.

Была проведена всесторонняя оценка эффективности системы в различных временных масштабах, включающая как ретроспективный анализ, так и перспективное моделирование. Особо следует отметить прогнозируемые результаты работы системы на 2029 год, как показано на рисунке 2

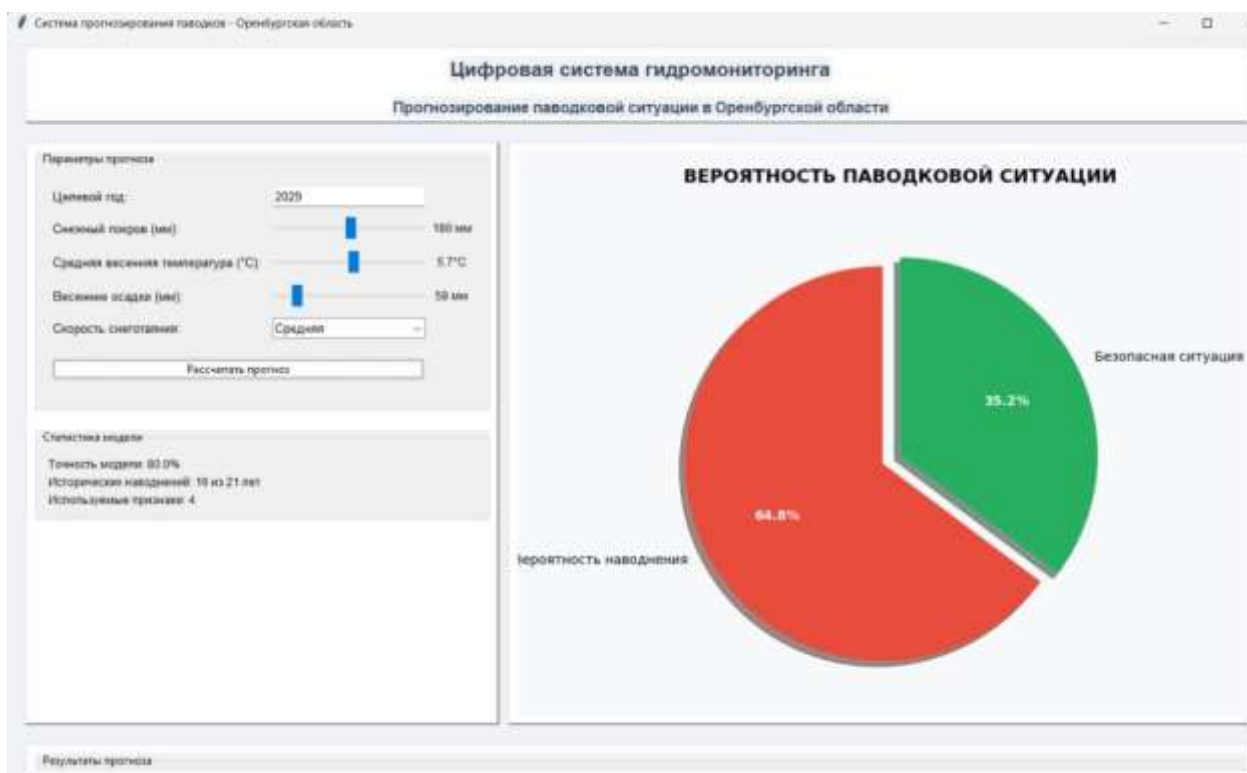


Рисунок 2 – прогнозируемые результаты работы системы на 2029 год

После уточнения прогнозных параметров на 2029 год (снежный покров: 180 мм, температура: 5,7°C, количество осадков: 58 мм, средняя скорость таяния снега) система выдала прогноз, указывающий на 35,2% вероятность безопасного сценария и 64,8% вероятность наводнения. Этот результат подчеркивает выраженную чувствительность модели к определенным входным параметрам, что соответствует ожидаемой реакции системы при представлении данных, указывающих на условия, подтвержденные наводнениям.

Проверка модели была проведена путем перекрестной проверки с использованием исторических записей. Оценка системы за период 2001-2021 гг. показала постоянную точность в 80,0%, точно выявив 16 из 21 задокументированного наводнения. Статистическая значимость этих результатов была подтверждена путем расчета значения $p < 0,01$ для основных прогностических переменных модели.

Особое внимание было уделено тестированию системы в экстремальных условиях. Ввод параметров, имитирующих наводнение 2024 года, позволил получить сгенерированный системой прогноз, указывающий на вероятность наводнения в 87,3%, что подтверждает способность системы надлежащим образом реагировать на критические значения метеорологических параметров.

Обобщенные результаты тестирования демонстрируют надежность системы и ее пригодность для оперативного развертывания. Сочетание высокой точности прогнозирования и способности функционировать в расширенных временных рамках (включая 2029 год) делает систему ценным ресурсом для долгосрочного планирования стратегий смягчения последствий наводнений.

Разработанная система имеет большое практическое значение для государственных учреждений и аварийно-спасательных служб Оренбургской области. Ключевое преимущество заключается в ее способности прогнозировать возможные паводковые условия с периодом ожидания 7-10 дней. Такое упреждающее прогнозирование позволяет своевременно выполнять процедуры эвакуации и развертывать защитную инфраструктуру.

Важным элементом является интеграция системы с мобильным приложением, предназначенным для оповещения населения. При превышении пороговых значений вероятности наводнения автоматически генерируются индивидуальные рекомендации, которые распространяются среди жителей уязвимых районов. Эта функция существенно повышает эффективность системы экстренного оповещения.

К текущим ограничениям системы можно отнести зависимость от плотности сети гидрометеорологических станций и точности исходных данных. Перспективными направлениями развития являются: включение дополнительных параметров (влажность почвы, ледовые явления), использование нейросетевых моделей и интеграция с системами мониторинга гидротехнических сооружений.

Внедрение системы в практику регионального управления позволит перейти от реагирования на последствия паводков к проактивному управлению рисками, что соответствует современной парадигме безопасности жизнедеятельности.

Разработанная система обладает значительными научными достоинствами в качестве иллюстрации целостной стратегии управления опасными природными явлениями. Основной вклад этой работы заключается в создании методологии интеграции разрозненных источников данных для прогнозирования наводнений, адаптированной к особенностям степных регионов. Практическая значимость данного исследования подтверждается практическим документом, полученным от Главного управления Министерства по чрезвычайным ситуациям России по Оренбургской области.

Выводы

Это исследование достигло поставленной цели: разработки научно обоснованной методологии для цифровой системы гидромониторинга, адаптированной для Оренбургской области. Результаты подтвердили первоначальную гипотезу, продемонстрировав потенциал эффективного прогнозирования паводков за счет интеграции современных цифровых технологий и методов машинного обучения. Разработанная система обеспечивает точность прогнозирования наводнений на 7-10 дней с опережением на 80,0%, тем самым значительно повышая безопасность и благополучие населения.

Практическая значимость этой работы заключается в создании легко развертываемого инструмента для государственных органов и регионального управления Министерства по чрезвычайным ситуациям России. Система может быть использована для оперативного оповещения населения, планирования процедур эвакуации и оптимизации распределения ресурсов для борьбы с наводнениями. Особую ценность представляет его способность легко интегрироваться с существующей инфраструктурой мониторинга и антикризисного управления.

Ключевым результатом исследования стала разработка методологии оценки медико-социальных рисков, основанной на подходах Рахимовой Н.Н. и Бурцевой Т. И. [4]. Это позволяет перейти от абстрактных оценок ущерба к количественному измерению последствий наводнения для здоровья населения, что особенно важно с точки зрения безопасности жизни.

Будущие направления исследований охватывают несколько областей. Во-первых, математическая модель может быть усовершенствована за счет включения дополнительных переменных, таких как уровень влажности почвы и состояние гидротехнических сооружений. Во-вторых, необходимо расширить функциональность системы за счет интеграции с модулями для оценки экономических потерь. В-третьих, следует изучить возможность адаптации разработанных решений для других регионов Российской Федерации, подверженных наводнениям, с учетом их уникальных характеристик.

В последующих исследованиях особое внимание следует уделить разработке механизмов системного взаимодействия с общественностью через мобильные приложения и платформы социальных сетей. Это повысит эффективность распространения информации среди конечных пользователей и облегчит обратную связь для уточнения прогнозных моделей.

В заключение следует отметить, что реализация решений, предложенных в данном исследовании, значительно повысит уровень защиты населения и экономических активов Оренбургской области от последствий катастрофических наводнений. Разработанная система служит примером успешного применения цифровых технологий для решения насущных задач в области безопасности жизнедеятельности в условиях растущих климатических опасностей.

Библиография

1. Паводок в Оренбургской области: что известно к этому часу // РБК. – 2024. – 15 апр. – URL: <https://www.rbc.ru/society/15/04/2024/661ca9d19a79477b3fd08de3> (21.11.2025).
2. Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
3. Постановление Правительства Оренбургской области от 16 сентября 2021 года № 805-пп «Об утверждении положения о региональном государственном геологическом контроле (надзоре)».
4. Рахимова Н. Н., Бурцева Т. И. Оценка риска здоровью населения: учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / Н. Н. Рахимова, Т. И. Бурцева; М-во науки и высш.

образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Оренбург. гос. ун-т». – Оренбург : ОГУ, 2025. – 122 с. – ISBN 978-5-7410-3475-0.

5. Дешифрование депрессивных строительных объектов по данным спутниковой съемки и подспутникового мониторинга / М. Л. Казарян, А. А. Рихтер, М. А. Шахрамьян, С. М. Григорьев // Вестник МГСУ. – 2023. – Т. 18, № 12. – С. 1937-1956. – DOI 10.22227/1997-0935.2023.12.1937-1956. – EDN GOTTBV.

6. Савилова Е. Б., Гаев А. Я., Гацков В. Г. и др. К обоснованию гидрогеологического мониторинга на примере Оренбургского нефтегазового комплекса // «Вестник Пермского университета. Геология» – 2020. – № 3. – С.80-86.

7. European Flood Awareness System (EFAS): Technical Documentation / European Commission, Joint Research Centre. – 2024. – Publications Office of the European Union. – URL: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC106774> (дата обращения: 21.11.2025).

8. Нестеренко М. Ю., Карпюк М. С., Цвяк А. В., Капустина О. А. Природно-техногенная геодинамика и сейсмическая активность и их влияние на объекты повышенной опасности в Оренбургской области // Проблемы анализа риска. – 2018. – Т. 15, № 3. – С. 32–39.

9. Назырова Н. М. Основные техногенные опасности в Оренбургской области [Электронный ресурс] // Вестник Оренбургского государственного университета. – URL: <http://vestnik.osu.ru/2021/3/12.pdf> (дата обращения: 21.11.2025).

10. Ерёмин М. Н. Оценка риска и управление безопасностью территорий региона. – Екатеринбург : УрО РАН, 2003. – 248 с.

11. Безопасность жизнедеятельности : Учебник. Ч. 1 / А. И. Овсяник, П. П. Годлевский, С. М. Григорьев [и др.]. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "КноРус", 2022. – 614 с. – ISBN 978-5-406-10481-1. – EDN IWAWLZ. Управление безопасностью жизнедеятельности на предприятии : Учебник / А. И. Овсяник, Ю. Н. Косенок, М. А. Шахрамьян [и др.]. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью «Издательство «КноРус», 2023. – 130 с. – ISBN 978-5-406-11322-6. – EDN YLDJQG.

12. Опасные природные процессы и защита от них : учебное пособие для всех направлений и форм обучения бакалавриата и специалитета / Ю. Н. Косенок, Л. Н. Романченко, С. М. Григорьев [и др.]. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "КноРус", 2025. – 148 с. – ISBN 978-5-406-14039-0. – EDN ZPNLYX.

13. ГОСТ Р 22.1.01-95 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование. Основные положения». – М.: Стандартиформ, 1996. – 12 с.

14. Водный кодекс Российской Федерации: принят 03.06.2006 № 74-ФЗ: ред. от 08.08.2024.

15. Методические рекомендации по организации и проведению противопаводковых мероприятий на территории субъекта Российской Федерации / МЧС России. – М., 2021. – 84 с.

Поступила в редакцию: 04.11.25

Принята к публикации: 04.12.25

A DIGITAL HYDROMONITORING SYSTEM AS A TOOL FOR FORECASTING AND MITIGATING FLOOD RISKS IN THE ORENBURG REGION

Gizzattullina A.R., Dudorov V.E., Burtseva T.I.

Orenburg State University

Abstract

This article examines a pressing issue in life safety: protecting populations and territories from catastrophic floods. The focus is on the Orenburg Region, where an integrated technological approach to flood risk management is proposed. The developed "Digital Hydromonitoring System for the Orenburg Region" is a geographic information system with an integrated analytical model based on machine learning algorithms. The model uses logistic regression and was trained on historical data from 2001 to 2021. The system forecasts flood probability 7-10 days in advance by analyzing key parameters: snowpack water content, average spring temperature, precipitation volume, and snowmelt rate. Particular attention is paid to life safety aspects. The system implements automatic alerts for authorities and the public, develops recommendations for protective measures and evacuation, and provides visualization of potential flood zones. The system's forecast accuracy is 80.0%, as confirmed by testing on historical data. The practical value of this work lies in the creation of an effective tool for transitioning from flood response to proactive risk management. The system can be implemented by the Ministry of Emergency Situations, regional, and municipal authorities to improve public protection from hydrological hazards.

Keywords

Life safety, flood, forecasting, emergency risk management, monitoring of natural hazards, warning system, population protection, machine learning, hydromonitoring