Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal https://esj.today

2025, Том 17, № 2 / 2025, Vol. 17, Iss. 2 https://esj.today/issue-2-2025.html

URL статьи: https://esj.today/PDF/07NZVN225.pdf

1.6.21. Геоэкология (технические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:
Каримова, Л. Р. Исторический анализ особенностей гидрологического режима реки Белая в период весеннего половодья 1964, 1995 и 2024 годов / Л. Р. Каримова // Вестник евразийской науки. — 2025. — Т. 17. — № 2. — URL: https://esj.today/PDF/07NZVN225.pdf.

For citation:
Karimova L.R. Historical analysis of the hydrological regime of the Belaya river during the spring floods of 1964, 1995, and 2024. *The Eurasian Scientific Journal*. 2025;17(2): 07NZVN225. Available at: https://esj.today/PDF/07NZVN225.pdf. (In Russ., abstract in Eng.).

УДК 627.512

Каримова Лилия Ринатовна
Государственный комитет Республики Башкортостан по чрезвычайным ситуациям, Уфа, Россия
Заместитель Председателя
ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», Уфа, Россия
Аспирант
E-mail: slilya88@mail.ru
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1257216

Исторический анализ особенностей гидрологического режима реки Белая в период весеннего половодья 1964, 1995 и 2024 годов

Аннотация. В статье представлен историко-гидрологический анализ весеннего половодья на реке Белая в 1964, 1995 и 2024 годах. Проведен сравнительный анализ гидрологических параметров, включая уровни воды, продолжительность половодья и ключевые метеорологические факторы, определяющие интенсивность паводка. Использованы данные наблюдений ФГБУ «БашУГМС», геоинформационных систем и архивных источников, позволяющие выявить динамику изменений гидрологического режима реки Белая. Установлено, что в 2024 году максимальные уровни воды на большинстве гидрологических постов были значительно ниже, чем в 1964 и 1995 годах, а начало половодья произошло на две недели раньше. Выявлены различия в характере прохождения половодья для степных и горных рек региона. Показано влияние климатических факторов, таких как температура воздуха, количество осадков и глубина промерзания почвы, на интенсивность половодья. Выявлены долгосрочные тенденции изменения гидрологического режима, связанные с глобальным потеплением и антропогенным воздействием. Подчеркнута необходимость комплексного подхода к прогнозированию паводков с использованием методов гидродинамического моделирования, данных дистанционного зондирования Земли и современных систем мониторинга. Полученные результаты могут быть использованы при разработке превентивных мероприятий по снижению рисков затоплений, планировании защитных гидротехнических сооружений и совершенствовании системы раннего оповещения о паводках. Представленные в статье выводы могут служить основой для оптимизации стратегий адаптации к изменяющимся климатическим условиям в Республике Башкортостан и в других регионах с аналогичными гидрологическими характеристиками.

Ключевые слова: весеннее половодье; анализ данных; затопление; предупреждение чрезвычайных ситуаций; геоинформационная система

В Российской Федерации половодье, как сезонное явление, может приводить к наводнениям, затоплениям, повреждению инфраструктуры и другим негативным последствиям, значительно влияющим на общественную и экономическую жизнь населения. Особо остро эта проблема стоит для регионов с высокой плотностью водных объектов и сложным гидрологическим режимом. В последние годы отмечается увеличение числа чрезвычайных ситуаций[1], связанных с наводнениями, вызванных прохождением интенсивного половодья [1].

Так, в 2024 году из источников средств массовой информации весеннее половодье затронуло около 37 регионов России. Значительно пострадала Оренбургская область, где в первых числах апреля в результате прорыва дамбы на реке Урал в городе Орск произошло подтопление не менее 17,2 тыс. приусадебных участков и 12,2 тыс. домов. Сильное половодье проходило на территории Алтайского края, Челябинской, Курганской и Самарской областях. В конце марта подтопления фиксировались в Удмуртии и Ульяновской области, а также в Подмосковье, Калужской, Рязанской, Нижегородской и Брянской областях.[2]

Частота и интенсивность наводнений на территории России в последние годы остаются на высоком уровне, в связи с этим актуальным является прогнозирование гидрологических процессов для своевременного планирования и проведения комплекса превентивных мероприятий.

Республика Башкортостан относится к региону, подверженному риску весеннего половодья [2]. На территории республики насчитывается около 13 тысяч рек общей протяженностью свыше 57 тысяч километров [3–5]. Реки республики отличаются высоким уровнем воды в период весеннего половодья.[3] Ежегодно фиксируются случаи подтопления низменных участков дорог, придворовых и приусадебных территорий. В 2024 году весеннее половодье характеризовалось повышением уровней воды в результате активного снеготаяния. Всего в период весеннего половодья по Системе-112 поступило свыше 900 сообщений о подтоплениях территорий, что представлено на рисунке 1, где интерпретированы данные, полученные согласно порталу гидрологических рисков Республики Башкортостан. В период весеннего половодья в Республике Башкортостан было зафиксировано 121 случай подтопления в 30 муниципальных образованиях, в результате которых пострадали 21 жилой дом, 2 999 приусадебных участков, 60 участков автомобильных дорог и 14 низководных мостов.

В многоводные годы в зону затопления при развитии наихудшего сценария могут попасть 22 528 жилых домов и пострадать 86 412 человек на территории 43 муниципальных образований Республики Башкортостан.[4]

---

[1] The United Nations Convention to Combat Desertification. Drought in numbers 2022 — Restoration for readiness and resilience. 2022. URL: https://www.unccd.int/resources/publications/drought-numbers (дата обращения: 10.05.2023).

Ritchie H., Rosado P., Roser M. Natural Disasters // Our World in Data. 2022. URL: https://ourworldindata.org/natural-disasters (дата обращения: 10.05.2023).

[2] Burgueño Salas E. Global number of flood disasters 1990-2021. 2023. URL: https://www.statista.com/statistics/1339730/number-of-flood-disasters-worldwide/ (дата обращения: 10.05.2023).

[3] Государственный доклад о состоянии защиты населения и территорий Республики Башкортостан от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2023 году.

Каримова Л.Р. Анализ прогнозирования сбросов воды на гидроузлах на территории Республики Башкортостан.

[4] Постановление Правительства Республики Башкортостан от 30.01.2013 № 22 «Об утверждении реестра населенных пунктов Республики Башкортостан, подверженных угрозе подтоплений (затоплений), вызванных гидрологическими и гидродинамическими явлениями и процессами» // Информационно-правовое обеспечение «Гарант». URL: https://base.garant.ru/17744801/ (дата обращения: 11.05.2024).

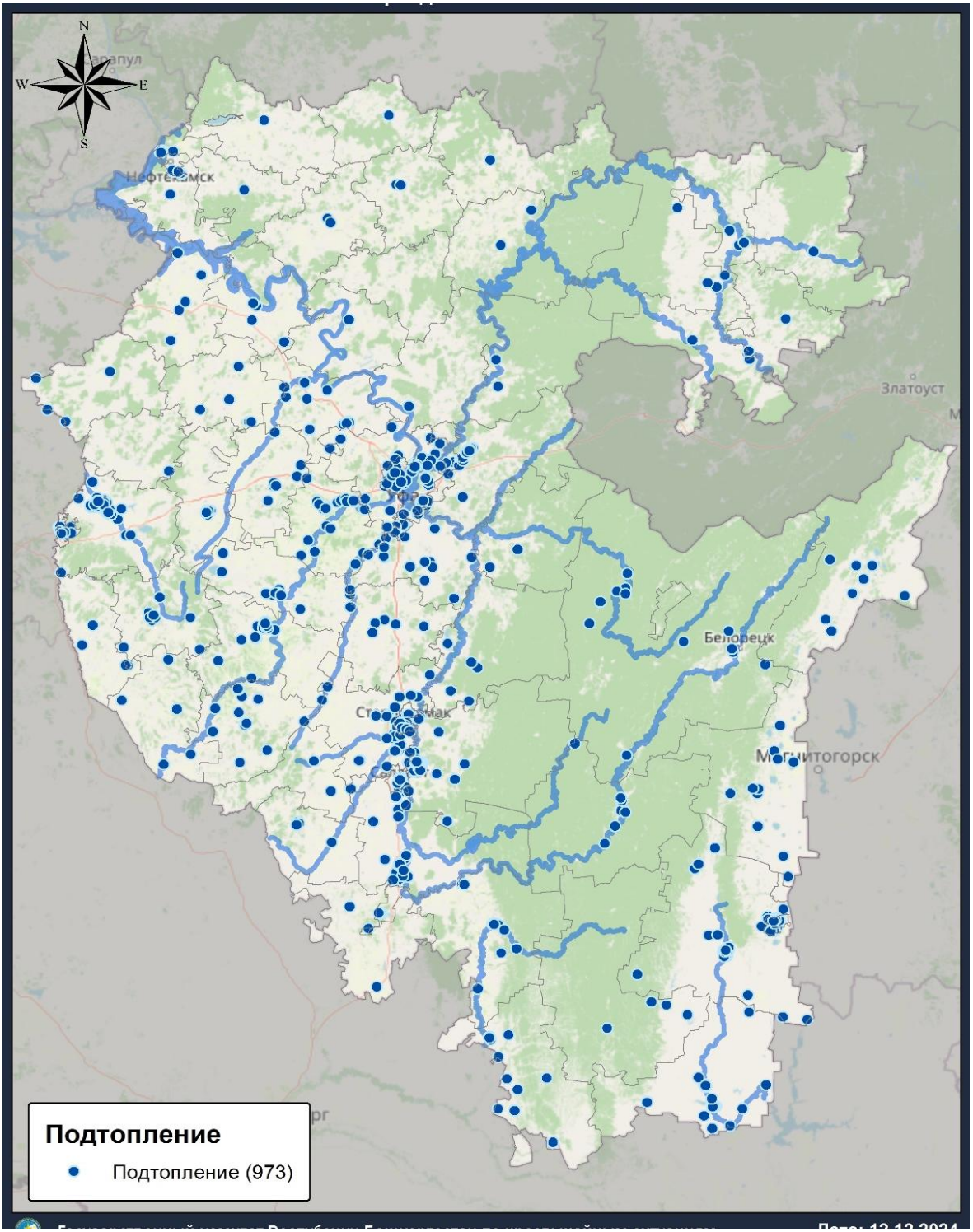


Рисунок 1. *Количество обращений о подтоплениях территорий Республики Башкортостан в период весеннего половодья 2024 года (Портал гидрологические риски. URL: https://portal.introgis.com/apps/emercom02/SystemFloodLevel2/ (дата обращения: 12.02.2025))*

В рамках данного исследования проведен сравнительный анализ гидрологических данных ФГБУ «БашУГМС» с 1979 года, касающихся весеннего половодья на реке Белой, с целью выявления закономерностей изменений уровня воды и продолжительности половодья. На основе полученных результатов в дальнейших исследованиях можно разработать рекомендации для совершенствования методов прогнозирования весеннего половодья,

минимизации рисков затоплений в Республике Башкортостан и улучшения системы раннего предупреждения о половодье.

Исходя из проведенного анализа можно выделить следующие основные причины половодья:

1. Таяние снега и льда: когда температура воздуха начинает расти, снег и лед на поверхности земли и в реках начинают таять, что приводит к увеличению объема воды в реках.
2. Осадки: весной часто бывают интенсивные осадки, в виде дождя и снега, которые добавляют воду к уже растаявшему снегу и льду.
3. Высокая глубина промерзания почвы: при бурной весне фильтрация воды в почву мала, что может привести к подтоплению пониженных территорий.

Прогнозирование весеннего половодья на реках включает в себя ряд методов и подходов, направленных на определение максимальных ожидаемых значений уровней воды, сроков их прохождения и потенциальных зон затопления. Своевременно принять необходимые меры по защите населения, минимизировать негативные последствия и снизить риски возникновения чрезвычайных ситуаций.

Основные аспекты прогнозирования включают:

1. Метеорологические данные.
2. Состояние снежного покрова.
3. Гидрологические наблюдения (мониторинг).
4. Моделирование.

Прогноз погоды на ближайшие недели и месяцы помогает оценить, насколько интенсивным будет таяние снега и возможные осадки. Для прогнозирования характера прохождения половодья выполняется анализ данных о температуре воздуха, количестве осадков и других климатических факторов [6].

Измерение толщины и плотности снежного покрова в весенний период позволяет оценить объем воды, который может поступить в реки при его таянии.

Мониторинг уровня воды в реках и состояния ледового покрова осуществляется с использованием автоматизированных систем наблюдения и геоинформационной системы «Паводок 2.0». Эта система объединяет данные с 57 автоматических станций мониторинга, расположенных на ключевых водных объектах Республики Башкортостан. «Паводок 2.0» позволяет в режиме реального времени отслеживать изменения уровней воды, оценивать фактическую обстановку и прогнозировать развитие гидрологических процессов на основе интеграции метеорологических и гидрологических данных.

Моделирование осуществляется с использованием математических моделей для прогнозирования поведения рек [7]. Модели учитывают различные факторы, такие как рельеф местности, состояние почвы, наличие водохранилищ и другие элементы, влияющие на уровень воды.

Анализ исторических гидрометеорологических данных с постов мониторинга и метеостанций, а также характера прохождения весенних половодий помогают определить, какие факторы способствовали подъёмам уровней рек в прошлом и как они могут повториться в будущем.

Анализ исторических данных с гидрологических постов мониторинга является важной частью прогнозирования половодья [8]. Этот процесс включает несколько ключевых этапов, которые позволяют выявить закономерности и тенденции в изменении уровня воды и других гидрологических параметров. Среди них можно выделить следующие этапы[5]:

1. Сбор данных с гидрологических постов мониторинга, включая уровень и расход воды, состояние ледового покрова. Эти данные собираются на протяжении многих лет, что создает обширную базу для дальнейшего анализа. Такой сбор данных является основой для создания точных прогнозов. В некоторых случаях, однако, недостаточность данных по отдельным станциям может затруднить процесс анализа, и для компенсации этого используют дополнительные методы, такие как спутниковое наблюдение или моделирование.
2. Обработка и очистка данных, включающая удаление недостоверных записей, заполнение пропусков и корректировку сведений, полученных в результате технических сбоев. Это важный этап, так как недостоверные данные могут значительно искажать результаты. Использование автоматических фильтров и алгоритмов, таких как методы машинного обучения, может повысить точность этого этапа.
3. Анализ временных рядов, который позволяет выявить сезонные колебания и циклы в зависимости от исторических данных. Метод временных рядов является одним из наиболее эффективных для выделения трендов и регулярных колебаний в гидрологических процессах. Однако этот метод имеет ограничения при анализе нерегулярных или экстремальных событий, таких как неожиданные наводнения, для которых требуется более гибкий подход, например, использование методов симуляционного моделирования.[6]
4. Идентификация паттернов увеличения уровня воды в определенные месяцы или годы, что позволяет понять, как климатические изменения влияют на гидрологические процессы. Этот этап является важным для прогнозирования будущих событий на основе прошлых тенденций. Однако паттерн, выявленный для одной реки или региона, может не быть универсальным для других, что требует проведения локальных исследований, например, в рамках различных климатических зон.
5. Моделирование и прогнозирование: на основе исторических данных можно создавать математические модели, которые учитывают выявленные закономерности и факторы, влияющие на уровень воды, что позволяет проводить оценку риска. Метод математического моделирования является одним из наиболее мощных инструментов для прогнозирования, однако его точность зависит от качества исходных данных и правильности выбора модели. Например, модели на основе статистики могут быть менее эффективны, чем динамические модели, учитывающие более широкий спектр факторов.
6. Географический анализ с применением геоинформационных систем (ГИС), который позволяет отслеживать изменение уровней воды в разных частях речной системы и оценить районы, наиболее подверженные риску затопления.

[5] Шамсутдинова Т.М. Проблемы нейросетевого и регрессионного прогнозирования уровня паводка рек.

[6] Подкорытова, О.А. Анализ временных рядов: учебное пособие для вузов / О.А. Подкорытова, М.В. Соколов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 225 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19441-8. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/556470 (дата обращения: 16.05.2025).

ГИС-технологии позволяют визуализировать данные, что значительно повышает эффективность прогнозирования. Однако такой анализ может быть ограничен точностью картографических данных, особенно в удаленных или сложных природных условиях [9].

7. Оценка воздействия изменений использования земель, климатических условий и других антропогенных факторов на уровень воды. Этот этап помогает лучше понять влияние человека на природные гидрологические процессы, что особенно важно в условиях изменения климата. Для оценки воздействия часто применяются модели, которые учитывают различные сценарии изменений, однако такие модели могут требовать сложных вычислительных ресурсов и обширных данных.

Таким образом, наиболее эффективными методами анализа являются использование временных рядов для выявления сезонных колебаний и моделирование для прогнозирования возможных рисков. Наибольшие сложности могут возникать при анализе данных в условиях изменения климата, что требует более гибких подходов, таких как использование методов машинного обучения или адаптивных моделей [10]. Эти методы активно используются как в научных исследованиях, так и в практической деятельности гидрологических служб.

В 2024 году проведен сравнительный анализ прохождения весенних половодий с использованием исторических данных станций мониторинга ФГБУ «Башкирское УГМС» и автоматических станций для определения года аналога.

Согласно статистическим данным аналогичные 2024-му году гидрологические условия наблюдались в 1964 году. Сравнительный анализ показал, что начало весеннего половодья 2024 года пришлось на две недели раньше (1–3 апреля), чем в 1964 году (13–15 апреля).

Метеорологические условия в период половодья 1965 и 1995 гг. на территории Республики Башкортостан

На территории г. Уфа в 1965 году фактическая температура апреля по данным наблюдений: 1,8°С (норма — 4,7°С, отклонение от нормы -2,9°С). Выпало осадков: 27 мм, 72 % от нормы (норма — 37 мм). Самая низкая температура воздуха (-12,9°С) была 13 апреля. Самая высокая температура воздуха (18,0°С) была 29 апреля.

Фактическая температура мая по данным наблюдений: 13,0°С (норма — 13,2°С, отклонение от нормы: -0,2°С). Выпало осадков: 48 мм, 127 % от нормы (норма — 38 мм). Самая низкая температура воздуха (-0,4°С) была 9 мая. Самая высокая температура воздуха (31,1°С) была 16 мая.

Фактическая температура июня по данным наблюдений: 17,7°С (норма — 17,3°С, отклонение от нормы: +0,4°С). Выпало осадков: 28 мм, 45 % от нормы (норма — 62 мм). Самая низкая температура воздуха (4,3°С) была 9 июня. Самая высокая температура воздуха (30,8°С) была 1 июня.

На территории ГО г. Уфа в 1995 году фактическая температура в апреле по данным наблюдений составила 12,2°С (норма — 4.7°С, отклонение от нормы: +7,5°С). Выпало осадков: 18 мм, 49 % от нормы (норма — 37 мм). Самая низкая температура воздуха (-1,0°С) была 8 апреля. Самая высокая температура воздуха (28,9°С) была 29 апреля.

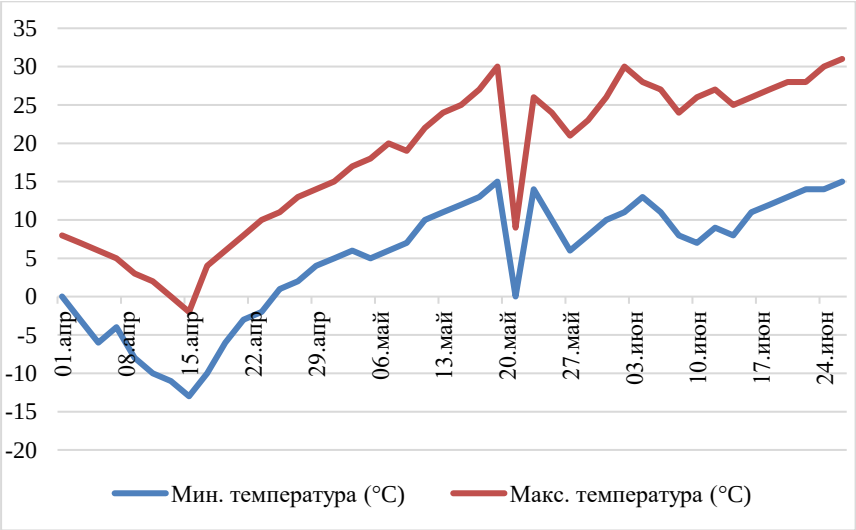
Фактическая температура мая по данным наблюдений составила 15,1°С (норма — 13,2°С, отклонение от нормы: +1,9°С). Выпало осадков: 43 мм, 114 % от нормы (норма — 38 мм). Самая низкая температура воздуха (-1,1°С) была 4 мая. Самая высокая температура воздуха (31,3°С) была 17 мая (табл. 1, рис. 2).

Таблица 1

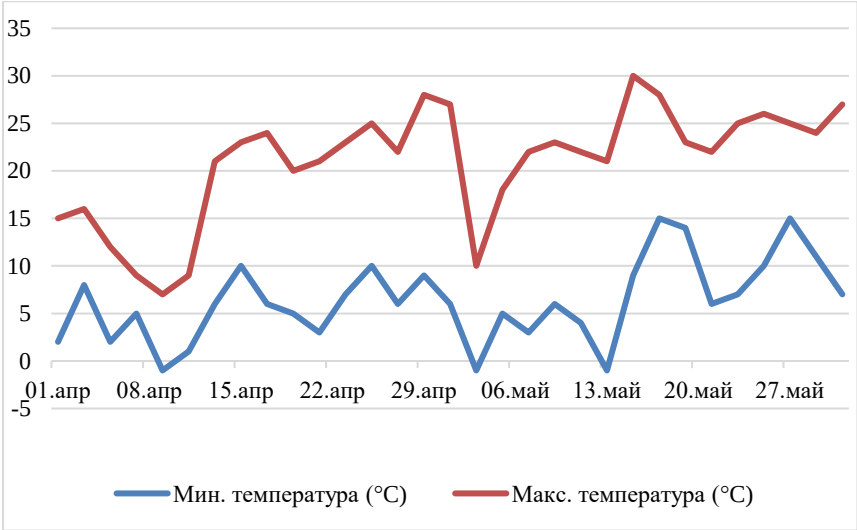
Основные метеорологические характеристики в период половодья 1965, 1995 гг.

Месяц	Норма среднемесячной температуры месяца	Фактическая температура месяца	Отклонение от нормы	Максимальная температура месяца	Минимальная температура месяца	Норма среднемесячных осадков	Выпавшие осадки	%
1965 год метеостанция г. Уфа								
Апрель	4,7°	1,8°	-2,9°	18,0° 29 апреля	-12,9° 13 апреля	37 мм	27 мм	72 % от нормы
Май	13,2°	13,0°	-0,2°	31,1° 16 мая	-0,4° 9 мая	38 мм	48 мм	127 % от нормы
Июнь	17,3°	17,7°	0,4°	30,8° 1 июня	4,3° 9 июня	62 мм	28 мм	45 % от нормы
1995 год метеостанция г. Уфа								
Апрель	4,7°	12,2°	+7,5°	28,9° 29 апреля	-1,0° 8 апреля	37 мм	18 мм	49 % от нормы
Май	13,2°	15,1°	+1,9°	31,3° 17 мая	-1,1° 4 мая	38 мм	43 мм	114 % от нормы

Составлено автором



1965 год



1995 год

Рисунок 2. *Динамика минимальных и максимальных температур (разработано автором)*

Анализ максимального уровня воды на реке Белая в городе Уфе (Монумент дружбы) показал, что в последние 20 лет максимальные уровни воды снизились практически в 2 раза (рис. 3).

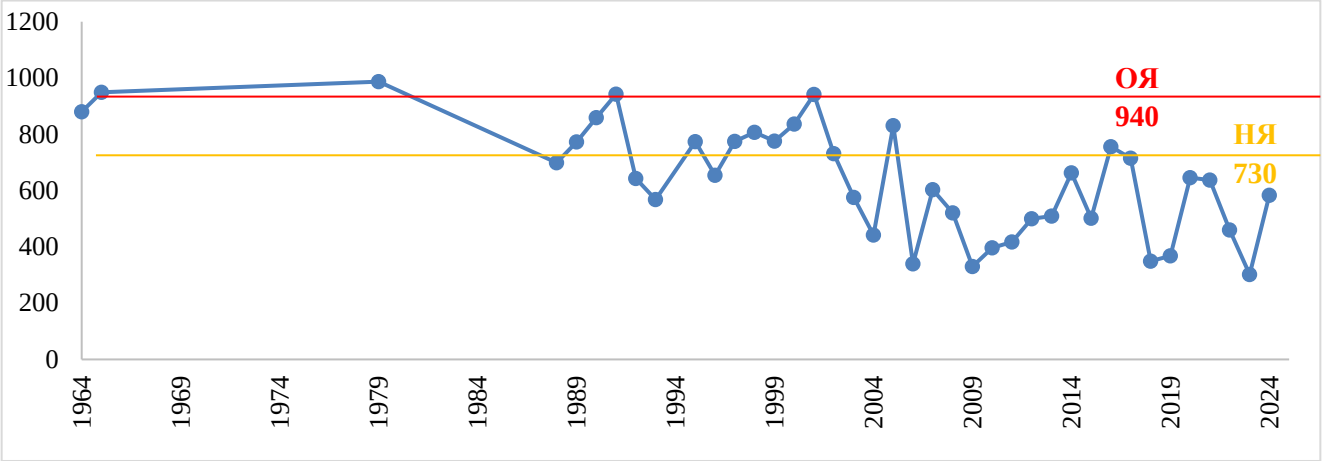


Рисунок 3. *Анализ максимального уровня воды на реке Белая в городе Уфе (Монумент дружбы) (разработано автором)*

Максимальные подъемы уровней воды зафиксированы на гидрологических постах ФГБУ «Башкирское УГМС» (табл. 2).

Дополнительно проведен анализ последующих годов (1965 и 1995 гг.) для определения возможных уровней воды в предшествующем году и принятия превентивных мер, которые позволят минимизировать их негативные последствия. Весеннее половодье в 1965 году проходило в период с 3 апреля по 25 июня, в 1995 году в период с 5 апреля по 14 мая. Максимальные значения уровней на гидрологических постах ФГБУ «Башкирское УГМС» отображены в таблице 3 и рисунке 4.

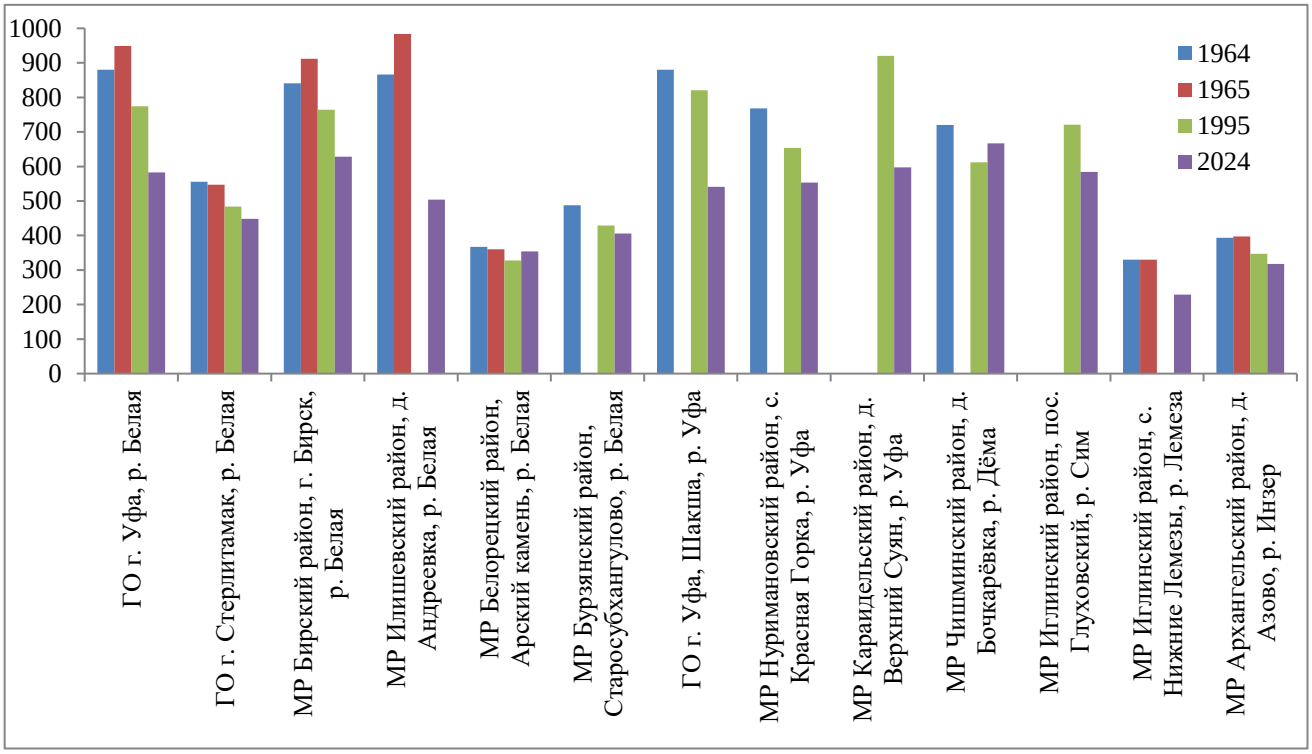


Рисунок 4. *Максимальные показатели уровня воды в период весеннего половодья по годам (разработано автором)*

Таблица 2

Сравнительный анализ прохождения весеннего половодья на территории Республики Башкортостан в 1964 и 2024 гг., по данным ФГБУ «Башкирское УГМС»

№ п/п	МО, Гидрологический пост, водный объект	Уровень поймы, см	НЯ, ОЯ, (см)	Половодье 1964 года			Половодье 2024 года		
				начало (дата/уровень)	максимальное значение (дата/уровень)	окончание (дата/уровень)	начало (дата/уровень)	максимальное значение (дата/уровень)	окончание (дата/уровень)
1	ГО г. Уфа, р. Белая	600	НЯ — 730 ОЯ — 940	01,04 121 см	12,05 **880 см**	08,06 212 см	05,04 56 см	21,04 583 см	27,04 490 см
2	ГО г. Стерлитамак, р. Белая	420	НЯ — 500 ОЯ — 603	01,04 172 см	10,05 **556 см**	06,06 207 см	02,04 136 см	12,04 448 см	27,06 213 см
3	МР Бирский район, г. Бирск, р. Белая	820	НЯ — 820 ОЯ — 910	01,04 174 см	18,05 **841 см**	08,06 254 см	02,04 145 см	24,04 628 см	27,04 617 см
4	МР Илишевский район, д. Андреевка, р. Белая	408	НЯ — 652 ОЯ — 665	01,04 258 см	14,05 **866 см**	14,05 866 см	01,04 183 см	11,04 504 см	27,04 536 см
5	МР Белорецкий район, Арский камень, р. Белая	330	НЯ — 340 ОЯ — 440	01,04 166 см	10,05 **367 см**	03,06 154 см	02,04 107 см	20,04 354 см	27,04 298 см
6	МР Бурзянский район, Старосубхангулово, р. Белая	460	НЯ — 460 ОЯ — 680	01,04 196 см	07,05 **488 см**	07,06, 218 см	04,04 195 см	15,04 406 см	27,04 281 см
7	ГО г. Уфа, Шакша, р. Уфа	830	НЯ — 840 ОЯ — 870	01,04 343 см	12,05 **880 см**	14,05 861 см	01,04 155 см	21,04 541 см	27,04 387 см
8	МР Нуримановский район, с. Красная горка, р. Уфа	760	НЯ — 790 ОЯ — 878	01,04 298 см	09,05 **763 см**	14,05 624 см	01,04 226 см	24,04 553 см	27,04 455 см
9	МР Караидельский район, д. Верхний Суян, р. Уфа	739	НЯ — 744 ОЯ — 800	01,04 365 см	10,105 659 см	14,05 561 см	02,04 337 см	19,04 597 см	27,04 472 см
10	МР Чишминский район, д. Бочкарёвка, р. Дёма	520	НЯ — 688 ОЯ — 760	01,04 90 см	04,05 **720 см**	14,05 626 см	01,04 291 см	19,04 667 см	27,04 559 см
11	МР Иглинский район, пос. Глуховский, р. Сим	550	НЯ — 660 ОЯ — 663	01,04 192 см	09,05 685 см	14,05 538 см	02,04 249 см	08,04 584 см	27,06 315 см,
12	МР Иглинский район, с. Нижние Лемезы, р. Лемеза	260	НЯ — 260	01,04 95 см	08,05 **330 см**	06,06 107 см	02,04 129 см	07,04 229 см	27,06 113 см
13	МР Архангельский район, д. Азово, р. Инзер	390	НЯ — 390 ОЯ — 520	01,04 173 см	08,05 **393 см**	06,06 164 см	02,04 191 см	15,04 318 см	27,04 217 см

Составлено автором

Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

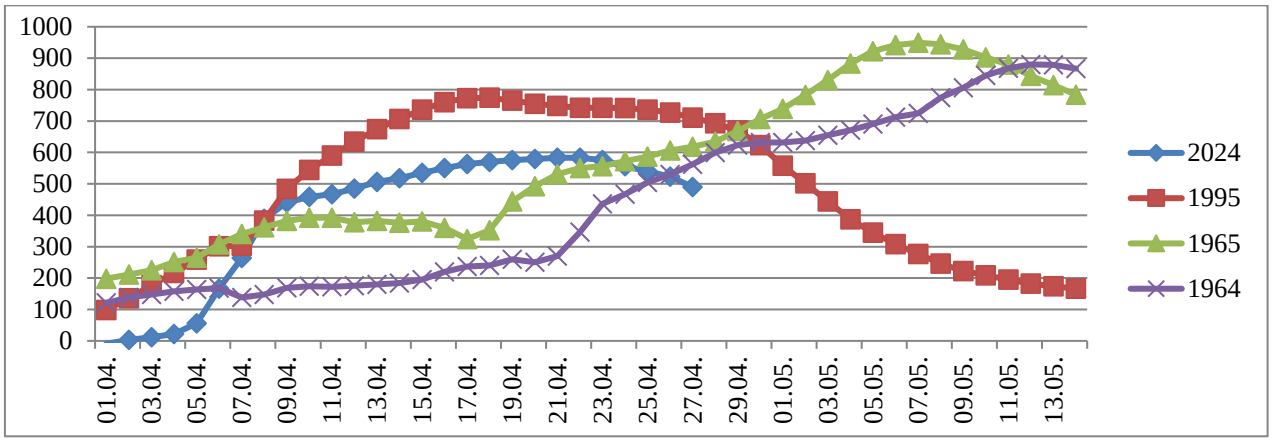
Таблица 3

Сравнительный анализ прохождения весеннего половодья на территории Республики Башкортостан в 1965 и 1995 гг., по данным ФГБУ «Башкирское УГМС»

№ п/п	МО, Гидрологический пост, водный объект	Уровень поймы, см	НЯ, ОЯ, (см)	Половодье 1965 года			Половодье 1995 года		
				начало (дата/уровень)	максимальное значение (дата/уровень)	окончание (дата/уровень)	начало (дата/уровень)	максимальное значение (дата/уровень)	окончание (дата/уровень)
1	ГО г. Уфа, р. Белая	600	НЯ — 730 ОЯ — 940	05,04 251 см	07,05 **949 см**	21,06 106 см	02,04 136 см	18,04 774 см	14,05 166 см
2	ГО г. Стерлитамак, р. Белая	420	НЯ — 500 ОЯ — 603	05,04 260 см	03,05 **547 см**	21,06 160 см	02,04 125 см	18,04, 484 см	14,05 187 см
3	МР Бирский район, г. Бирск, р. Белая	820	НЯ — 820 ОЯ — 910	06,04 246 см	12,05 **912 см**	24,06 129 см	02,04 279 см	25,04 764 см	14,05 270 см
4	МР Илишевский район, д. Андреевка, р. Белая	408	НЯ — 652 ОЯ — 665	02,04 284 см	14,05 **984 см**	14,05 984 см	01,04 432 см	05,04 696 см	14,05 289 см
5	МР Белорецкий район, Арский камень, р. Белая	330	НЯ — 340 ОЯ — 440	05,04 122 см	03,05 **360 см**	06,06 118 см	02,04 114 см	15,04 328 см	14,05 147 см
6	МР Бурзянский район, Старосубхангулово, р. Белая	460	НЯ — 460 ОЯ — 680	01,04 188 см	30,04 444 см	14,05 297 см	05,04 221 см	12,04 **429 см**	14,05 213 см
7	ГО г. Уфа, Шакша, р. Уфа	830	НЯ — 840 ОЯ — 870	01,04 425 см	07,05 969 см	14,05 811 см	01,04 318 см	17,04 **821 см**	14,05 244 см
8	МР Нуримановский район, с. Красная горка, р. Уфа	760	НЯ — 790 ОЯ — 878	01,04 328 см	05,05 830 см	14,05 584 см	01,04 317 см	14,04 **654 см**	14,05 349 см
9	МР Караидельский район, д. Верхний Суян, р. Уфа	739	НЯ — 744 ОЯ — 800	01,04 382 см	06,05 808 см	14,05 548 см	02,04 496 см	09,04 **920 см**	14,05 416 см
10	МР Чишминский район, д. Бочкарёвка, р. Дёма	520	НЯ — 688 ОЯ — 760	01,04 144 см	29,04 696 см	14,05 586 см	01,04 261 см	20,04 **612 см**	14,05 272 см
11	МР Иглинский район, пос. Глуховский, р. Сим	550	НЯ — 660 ОЯ — 663	01,04 234 см	03,05 722 см	14,05 551 см	02,04 262 см	16,04 **721 см**	14,05 273
12	МР Иглинский район, с. Нижние Лемезы, р. Лемеза	260	НЯ — 260	18,04 170	02,05 **330 см**	30,05 108 см	—	—	—
13	МР Архангельский район, д. Азово, р. Инзер	390	НЯ — 390 ОЯ — 520	05,04 206 см	02,05 **397 см**	14,06 117 см	02,04 182 см	16,04 347 см	11,05 159 см

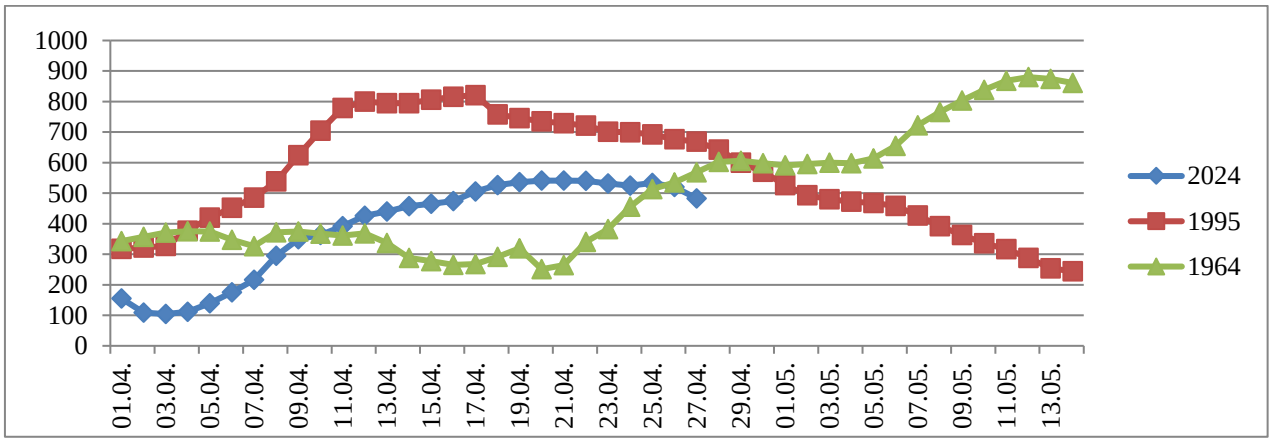
Составлено автором

Максимальные уровни на реке Белой в районе Монумента дружбы г. Уфа по годам составили: в 1964 году — 880 см; в 1965 году — 949 см; в 1995 году — 774 см; в 2024 году — 583 см. Графический анализ динамики прохождения весеннего половодья на территории Республики Башкортостан 1964, 1965, 1995 и 2024 годов представлены на рисунке 5.



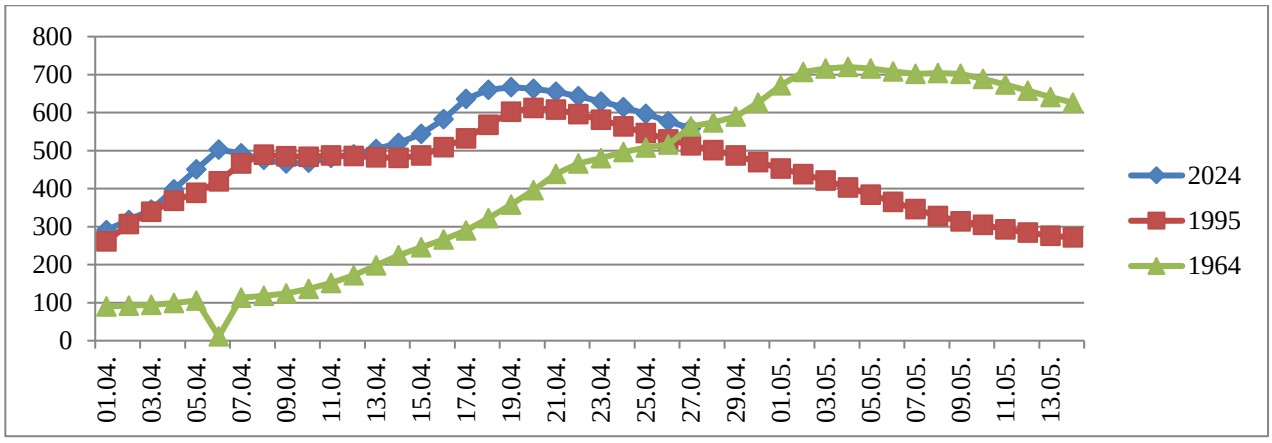
а

Населенный пункт — г. Уфа; водный объект — р. Белая; бассейновый округ — Камский; уровень выхода на пойму — 600 см; уровень неблагоприятного явления — 730 см; уровень опасного явления — 940 см



б

Населенный пункт — г. Уфа, Шакша; водный объект — р. Уфа; бассейновый округ — Камский; уровень выхода на пойму — 830 см; уровень неблагоприятного явления — 840 см; уровень опасного явления — 870 см



в

Населенный пункт — г. Бочкаревка; водный объект — р. Дема; бассейновый округ — Камский; уровень выхода на пойму — 520 см; уровень неблагоприятного явления — 688 см; уровень опасного явления — 760 см

Рисунок 5. *Динамика изменения уровней воды на территории Республики Башкортостан 1964, 1965, 1995 и 2024 годов: а — 1965 год максимальное значение; б — 1964 год максимальное значение; в — 1964 год максимальное значение (разработано автором)*

Сравнительный анализ показал, что в 1964 году водность степных и горных рек выше на 2 метра, чем в 2024 году. Начало весеннего половодья смещено приблизительно на две недели, в 1964 году — середина апреля (13–15 апреля), 2024 году — начало апреля (1–3 апреля).

Степные реки: характер прохождения весеннего половодья по степным рекам схож в 1964 и 2024 гг., однако прохождение пиков на реках в 1964 году смещено. В 1964 году пики прошли в первой половине мая, а в 2024 году в апреле. По количеству максимальных уровней (пиков) совпадает 1964 и 2024 гг.

Горные реки: характер прохождения весеннего половодья на горных реках 1964 года отличается от 2024 года. Прохождение пиков в 2024 году зарегистрировано в первой половине апреля, а в 1964 в первой половине мая. По количеству максимальных уровней (пиков) не совпадают 1964 и 2024 гг.

В 1965 году водность большинства рек была выше на 1 метр, чем в 1995 году. Половодье в эти годы началось в первых числах апреля.

Степные реки: характер прохождения весеннего половодья по степным рекам схож в 1965 и 1995 гг. Прохождение максимальных уровней воды 1965 году зарегистрировано в первой половине мая, а 1995 году во второй половине апреля. Период прохождения половодья в 1965 году был длиннее, чем в 1995 и завершился в конце июня. В 1995 году половодье завершилось в середине мая.

Горные реки: половодье в эти годы началось в первых числах апреля. Максимальные значения уровней воды зарегистрированы в 1965 в начале мая, а 1995 году в середине апреля. Период прохождения половодья в 1965 году был на месяц длиннее, чем в 1995 году и завершился в середине июня.

В целях заблаговременной подготовки к безаварийному пропуску весеннего половодья проводятся следующие мероприятия:

1. Разработка прогноза весеннего половодья на крупных, степных и горных реках.
2. Мониторинг уровней воды: наблюдение за уровнем воды в реках по 57 автоматическим станциям мониторинга для раннего обнаружения признаков половодья.
3. Создание защитных инженерных сооружений: строительство дамб, плотин и других сооружений для предотвращения наводнений.
4. Очистка русел рек от мусора и иных препятствий для обеспечения свободного стока воды.
5. Укрепление берегов рек и водоемов для предотвращения эрозии и обрушения.

Исходя из проведенного анализа, можно сделать следующие выводы. Прогнозирование весеннего половодья требует комплексного подхода, включающего интеграцию данных гидрологического мониторинга, метеорологических наблюдений, исторических данных и математического моделирования. Эффективное прогнозирование позволяет своевременно выявлять угрозу затоплений и минимизировать риски, связанные с паводками. Важным инструментом в этом процессе являются геоинформационные системы, которые позволяют проводить пространственный анализ изменения уровней воды и выявлять зоны повышенного риска. Анализ исторических данных о половодьях помогает выявить закономерности, что существенно повышает точность прогнозов, особенно в условиях изменения климата. Для успешного прогнозирования и управления рисками необходима координация усилий гидрометеорологических, экологических служб и органов местного самоуправления, что позволяет оперативно принимать меры для защиты населения и инфраструктуры. Внедрение

предложенных методов прогнозирования и использование полученных данных позволит значительно снизить ущерб от половодья и повысить устойчивость региона к природным катастрофам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Zhang Q., Zhang L., She D., Wang S., Wang G., Zeng S. Automatic Procedure for Selecting Flood Events and Identifying Flood Characteristics from Daily Streamflow data // Environmental Modelling and Software. 2021. Vol. 145. P. 105180.
2. Nafikova E. et al. Hydroecological data recovery using artificial intelligence // E3S Web of Conferences. — EDP Sciences, 2023. — Т. 381. — С. 01036.
3. Boulariah O., Longobardi A., Mikhailov P., Elizaryev A., Aksenov S. Assessment of Prediction Performances of Stochastic Models: Monthly Groundwater Level Prediction in Southern Italy // Journal of Groundwater Science and Engineering. 2021. Vol. 9. P. 161–170.
4. Tarakanov D.A., Elizaryev A.N., Nyrytdinov A.A., Elizareva E.N., Khasanov I.A., Mikhailov S.A., Nutfullina E.I. Ensuring the safety of geotechnical objects based on forecasting the parameters of the water regime of rivers using SARIMA models // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. Vol. 1076. P. 012079.
5. Vaheddoost B., Aksoy H., Abghari H. Prediction of Water Level using Monthly Lagged Data in Lake Urmia, Iran // Water Resources Management. 2016. Vol. 30. P. 4951–4967.
6. Махутов Н.А. и др. Особенности возникновения чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне России и пути их парирования на основе концепции риска // Арктика: экология и экономика. — 2014. — № 1. — С. 13.
7. Акимов В.А. Приложения общей теории безопасности к исследованию чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и биолого-социального характера // Технологии гражданской безопасности. — 2021. — Т. 18. — № S. — С. 13–28.
8. Зеленцов В.А. и др. Модельно-ориентированная система оперативного прогнозирования речных наводнений // Вестник Российской академии наук. — 2019. — Т. 89. — № 8. — С. 831–843.
9. Данилов-Данильян В.И., Пряжинская В.Г. Сценарии устойчивого регионального водопользования в условиях изменения климата // Проблемы прогнозирования. — 2007. — № 2. — С. 62–76.
10. Jindra B., Leusin M.E. Digital Technologies for Climate Change Mitigation and Adaptation: Evidence from the European Union 1 // Journal of Innovation Economics & Management. — 2024. — С. I–XXXV.

Karimova Liliya Rinatovna
State Committee of the Republic of Bashkortostan for Emergency Situations, Ufa, Russia
Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russia
E-mail: slilya88@mail.ru
RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1257216

Historical analysis of the hydrological regime of the Belaya river during the spring floods of 1964, 1995, and 2024

Abstract. The article presents a historical and hydrological analysis of the spring flood on the Belaya River in 1964, 1995, and 2024. A comparative analysis of hydrological parameters was conducted, including water levels, flood duration, and key meteorological factors determining flood intensity. Observation data from the Bashkir Department of Hydrometeorology and Environmental Monitoring (FSBI «BashUGMS»), geographic information systems, and archival sources were used to identify the dynamics of changes in the hydrological regime of the Belaya River. It was established that in 2024, the maximum water levels at most hydrological stations were significantly lower than in 1964 and 1995, and the onset of flooding occurred two weeks earlier. Differences in flood dynamics for steppe and mountain rivers of the region were identified. The influence of climatic factors, such as air temperature, precipitation, and soil freezing depth, on flood intensity was demonstrated. Long-term trends in changes in the hydrological regime associated with global warming and anthropogenic impact were revealed. The necessity of an integrated approach to flood forecasting using hydrodynamic modeling methods, remote sensing data, and modern monitoring systems was emphasized. The obtained results can be used in the development of preventive measures to reduce flood risks, the planning of protective hydraulic structures, and the improvement of early flood warning systems. The conclusions presented in the article can serve as a basis for optimizing adaptation strategies to changing climatic conditions in the Republic of Bashkortostan and other regions with similar hydrological characteristics.

Keywords: spring flood; data analysis; flooding; emergency prevention; geographic information system