

Supported by:



Federal Ministry
for the Environment, Nature Conservation,
Nuclear Safety and Consumer Protection



INTERNATIONAL
CLIMATE
INITIATIVE



ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ ВОДОЙ,
ЭНЕРГИЕЙ И ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕМ
Системные решения для климатически устойчивой Центральной Азии

based on a decision of
the German Bundestag

ВОДНЫЙ КРИЗИС: ГОТОВ ЛИ МИР?

Ташкент 2025



НИЦ МКВК

Научно-информационный центр
Межгосударственной координационной
водохозяйственной комиссии
Центральной Азии

Научно-информационный центр
Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии
Центральной Азии

Водный кризис: готов ли мир?

Ташкент 2025

НИЦ МКВК представляет вашему вниманию подборку статей, в том числе переводных, знакомящую с зарубежным и региональным опытом в области водной безопасности, управления водными ресурсами.

Подготовлено и издано при финансовой поддержке проекта «Региональные механизмы для низкоуглеродной и климатоустойчивой трансформации взаимосвязи энергии, воды и земли в Центральной Азии», реализуемого ОЭСР, НИЦ МКВК и ЕЭК ООН за счет средств Федерального министерства окружающей среды, охраны природы, ядерной безопасности и защиты потребителей Германии (BMUV) в рамках Международной климатической инициативы (IKI)

Содержание

Глобальные вопросы.....	5
Будущий водный кризис: готовы ли мы к худшему или лучшему сценарию?.....	5
Исследование: расхождение между изменениями запасов поверхностных вод и осадками в засушливых районах	11
Изменение климата увеличит разрыв между спросом и предложением воды	13
Рост аварийности среди новых плотин в странах с низким уровнем дохода: результаты исследования.....	17
Информационные технологии в водном хозяйстве.....	19
Облачное ПО Confluence от NASA помогает гидрологам исследовать реки по всему миру	19
Исследователи разрабатывают систему мониторинга качества воды с использованием искусственного интеллекта.....	21
Технологии.....	23
Восемь ключевых технологических тенденций, которые изменят управление водными ресурсами в 2025 году	23
Ученые из РФ изобрели инновационный опреснитель воды на солнечной батарее	27
Образование, повышение квалификации в водном секторе	29
ЕС и МСБО запускают инициативу взаимного обучения для организаций речных бассейнов	29
Азия	35
Проблемы водной безопасности в Центральной Азии	35
Соседи по рекам: разные пути Центральной и Южной Азии	37
Вода, реформы и нестабильность на Ближнем Востоке	40
Китай расширяет пилотный проект платы за водные ресурсы, превращая его в полноценную налоговую реформу	44

Америка.....	55
Экстремальные колебания температуры рек: данные из открытых источников выявляют неожиданные закономерности	55
Европа.....	57
Соблюдает ли Европейский Союз Рамочную директиву по водным ресурсам? Анализ состояния водных ресурсов в Европе.....	57
Ключевые факторы прогнозирования и управления наводнениями в реках и городах	64

Глобальные вопросы

Будущий водный кризис: готовы ли мы к худшему или лучшему сценарию?¹

Вода — критически важный ресурс для устойчивости нашего вида, и она подвергается растущему стрессу. В этом контексте Мюге Айдын рассказывает о том, почему важно осознавать надвигающийся водный кризис и какие шаги нужно предпринять, чтобы совместно определить будущее водных ресурсов. Она утверждает, что нам необходимо рассматривать различные сценарии будущего, быть готовыми к худшему варианту и иметь возможность реализовать лучший.

Будущий водный кризис может стать критической проблемой для всего мира. Такие факторы, как рост населения, изменение климата, загрязнение воды и неправильное управление, являются одними из основных угроз водным ресурсам. По данным Организации Объединённых Наций, к 2040 г. около 40% мирового населения могут столкнуться с угрозой серьёзного дефицита воды. В таких регионах, как Ближний Восток, Африка и Южная Азия, где водный стресс особенно высок, последствия могут быть крайне негативными: потеря урожая в сельском хозяйстве, рост цен на продовольствие и экономическая нестабильность. Этот кризис может поставить под угрозу социальные структуры, экономическую стабильность и способность государств эффективно управлять водными ресурсами.

С другой стороны, технологии и эффективные системы управления могут предотвратить некоторые из этих катастрофических последствий. Рациональное использование воды возможно благодаря интеллектуальному управлению водными ресурсами и технологиям переработки. Однако для реализации этого оптимистичного сценария необходимы прочное сотрудничество, политическая воля и осведомлённость на всех уровнях.

Согласно многочисленным прогнозам экспертов, будущий водный кризис может быть неизбежен. Однако перед нами стоит важный вопрос:

¹ Источник: The Future Water Crisis: Are We Prepared for the Worst or Best Case? / <https://www.globalwaterforum.org/2025/02/13/the-future-water-crisis-are-we-prepared-for-the-worst-or-best-case/> Опубликовано 13.02.2025

готовы ли мы к худшему сценарию? Каковы наши возможности для реализации лучшего сценария?

Риски, связанные с водными ресурсами, существенно различаются в разных странах и зависят от географических, климатических, экономических и политических факторов. Некоторые страны обладают обилием водных ресурсов, в то время как другие страдают от их нехватки. Эти различия имеют большое значение и оказывают влияние как на текущую ситуацию, так и на возможные изменения в будущем.

Страны с высоким риском дефицита воды

1. Ближний Восток и Северная Африка (БВСА). Этот регион является одним из самых засушливых в мире. Водные ресурсы крайне ограничены, и многие страны в значительной степени зависят от подземных источников воды, которые быстро истощаются. Такие страны, как Саудовская Аравия, Сирия, Ирак и Иордания, сталкиваются с серьёзным дефицитом воды. Истощение водных ресурсов в этих регионах может привести к социальным и экономическим потрясениям, а также политической нестабильности. Более того, регион подвергается дополнительным рискам из-за засухи и изменения климата.

2. Африка к югу от Сахары. Большая часть Африки сталкивается с серьёзными проблемами, связанными с водными ресурсами. Такие страны, как Эфиопия, Сомали, Чад и Нигер, переживают острые водные кризисы из-за крайне низкой годовой водообеспеченности. Кроме того, рост сельскохозяйственной деятельности и увеличение численности населения способствуют увеличению спроса на воду. Отсутствие эффективного управления водными ресурсами и недостаточная инфраструктура лишь усугубляют водный кризис в этих странах.

3. Страны Южной Азии, такие как Индия, Пакистан и Бангладеш, сталкиваются с серьёзным дефицитом воды из-за быстро растущего населения и неэффективного управления водными ресурсами. Несмотря на то, что Индия располагает крупнейшими запасами подземных вод в мире, большая часть этих ресурсов используется чрезмерно, что ведёт к снижению уровня подземных вод. Кроме того, экономика региона сильно зависит от сельского хозяйства, что делает эффективное использование воды ещё более сложным.

4. Юго-Восточная Азия, включая такие страны, как Вьетнам и Камбоджа, страдает от водных кризисов, вызванных сезонными засухами и значительными наводнениями. Высокая плотность населения в регионе и

неэффективное использование воды в сельском хозяйстве способствуют усугублению этих проблем.

5. Страны Средиземноморья, такие как Турция, Греция, Испания и Италия, сталкиваются с серьёзным дефицитом воды, особенно в летние месяцы, когда запасы воды ограничены. Средиземноморский климат способствует длительным периодам засухи, в течение которых потребление воды значительно возрастает.

Страны с низким риском дефицита воды

1. Канада и Северная Америка. Канада — одна из самых обеспеченных водными ресурсами стран в мире. Однако существуют проблемы, связанные с управлением и распределением водных ресурсов. В Соединённых Штатах западные регионы (особенно Калифорния и Техас) сталкиваются с серьёзным дефицитом воды, в то время как восточные регионы обладают относительно обильными водными запасами.

2. Страны Северной Европы, такие как Швеция, Норвегия и Финляндия, обладают огромными водными ресурсами и высокоэффективным управлением водными ресурсами. Однако южные части Европы, особенно Испания и Португалия, сталкиваются с более высокими водными рисками.

Как изменится ситуация в будущем?

Изменение климата усложнит управление водными ресурсами и усилит водные кризисы. Глобальное потепление приведёт к экстремальным температурам и засухам в некоторых регионах, в то время как в других могут наблюдаться чрезмерные осадки и наводнения. Эти изменения нарушат баланс водных ресурсов и повлияют на региональное распределение воды.

Например, такие регионы, как Африка, Ближний Восток и Южная Азия, которые уже испытывают сильный дефицит воды, могут столкнуться с ещё более серьёзной нехваткой в будущем. Методы орошения и управления водными ресурсами в этих регионах могут оказаться неэффективными в новых климатических условиях. Кроме того, истощение подземных источников воды усугубит ситуацию.

С другой стороны, некоторые страны могут смягчить водный кризис, улучшив управление водными ресурсами, внедрив новые технологии и инновационные решения. Восстановление водных ресурсов, опреснение воды и интеллектуальные системы управления водными ресурсами могут помочь справиться с водными проблемами в некоторых регионах. Такие

страны, как Канада, Норвегия и Швеция, могут продолжить совершенствовать свои методы управления водными ресурсами и использовать свои водные ресурсы более устойчиво.

Будущий водный кризис может обостриться, особенно в регионах с высоким риском. Однако благодаря международному сотрудничеству, технологическим инновациям и эффективной политике управления водными ресурсами ситуация может улучшиться. Несмотря на то что распределение водных рисков различается между странами, ответственность за их решение лежит на всех. Меры, принимаемые для устранения водного кризиса, будут определять будущее не только отдельных регионов, но и всего мира.

Худший сценарий: водный кризис может ухудшиться

Исходя из текущих данных, вероятность ухудшения водного кризиса в будущем остаётся реальной проблемой. Согласно отчетам Организации Объединённых Наций, к 2040 г. около 40% населения мира могут столкнуться с серьёзным дефицитом воды. Основные причины этого включают:

- Рост населения и спроса: ожидается, что к 2050 г., численность населения мира превысит 10 млрд человек, что приведёт к увеличению водопотребления на 55% по сравнению с текущим уровнем.
- Глобальное изменение климата: изменение климатических условий приводит к сокращению осадков и более интенсивным засухам в некоторых регионах.
- Загрязнение и истощение ресурсов: промышленная деятельность, сельскохозяйственные химикаты и городские отходы всё больше загрязняют источники пресной воды.

В регионах с высоким уровнем дефицита воды, таких как Ближний Восток, Африка, Южная Азия и даже Средиземноморье, могут возникнуть каскадные эффекты, такие как потеря урожая в сельском хозяйстве, рост цен на продовольствие и экономическая нестабильность. Эти последствия могут привести к массовым миграциям и даже к конфликтам из-за водных ресурсов.

Если наступит худший сценарий, инфраструктура, экономическая устойчивость и социальные структуры обществ окажутся под серьёзным испытанием. Так неизбежен ли этот сценарий?

Лучший сценарий: устойчивое использование воды с помощью технологий и управления

Лучший сценарий может быть достигнут с использованием интеллектуальных систем управления, инновационных технологий и эффективной политики в области водных ресурсов. Однако для воплощения этого видения в жизнь требуется комплексный план действий:

- **Технологии и цифровизация**

Цифровые технологии для переработки отходов: переработка бытовых и промышленных сточных вод может продлить срок службы водных ресурсов. Технологии опреснения, превращающие солёную воду в пресную, также играют ключевую роль в этом процессе.

Интеллектуальные системы управления водоснабжением: Решения на основе искусственного интеллекта и интернета вещей (IoT) позволяют оптимизировать водопользование, отслеживая, где, когда и в каком количестве используется вода, что значительно повышает её эффективность.

- **Политика и осведомленность**

Правовые нормы: Правительства должны разрабатывать политику, обеспечивающую справедливое и эффективное управление водными ресурсами. Стратегии ценообразования на воду и законы, направленные на водосбережение, могут стать важными инструментами для решения проблемы.

Участие сообщества: Образовательные программы и кампании по повышению осведомлённости, направленные на пропаганду водосбережения, могут помочь людям осознать свою роль в этом процессе.

- **Международная солидарность**

Управление водными ресурсами через национальные границы требует тесного международного сотрудничества. Эффективное управление водными ресурсами на основе бассейнов и заключение международных соглашений будут играть ключевую роль в управлении трансграничными водными ресурсами.

Достижение наилучшего сценария не только предотвратит кризисы, но и поможет защитить экосистемы, увеличить экономические выгоды и улучшить общее благосостояние общества.

Готовы ли мы? Независимо от того, рассматриваем ли мы худший или лучший сценарий, ключевым вопросом остаётся: готовы ли мы к обоим?

В настоящее время большая часть мира недостаточно подготовлена к водному кризису из-за недостатков инфраструктуры и слабой реализации политики. Во многих странах управление водными ресурсами остаётся неэффективным из-за нехватки финансирования и слабости институциональных структур. Поэтому наша готовность к такому сценарию остаётся на низком уровне.

Что касается самого лучшего сценария, то основной проблемой является отсутствие желания и осведомлённости. Хотя технологии и знания уже существуют, все, от частных лиц до компаний, от правительств до международных организаций, должны принять активные меры для их эффективного использования.

Формирование будущего воды

Водные риски всё чаще становятся серьёзной угрозой, и игнорировать эту проблему невозможно. Рост населения, изменение климата и нерациональное использование водных ресурсов делают воду ещё более важным и ценным ресурсом. Дефицит воды и её загрязнение могут привести не только к экологическим последствиям, но и к социальным и экономическим потрясениям. Такая ситуация может повлечь за собой потери в сельском хозяйстве, продовольственные кризисы, проблемы со здоровьем населения и миграционные процессы.

В регионах, которые уже испытывают дефицит воды, истощение и загрязнение водных ресурсов могут напрямую повлиять на качество жизни и привести к экономическому краху. Увеличение частоты засух и экстремальных погодных явлений из-за изменения климата ещё больше снизит доступность водных ресурсов. Этот кризис несёт серьёзные угрозы не только для доступа к воде, но и для социального мира, безопасности и экономической стабильности стран.

Решение проблемы водного кризиса — это не только экологическая обязанность, но и вопрос глобальной безопасности. Поэтому разработка более быстрых, эффективных и инновационных решений для управления водными ресурсами имеет огромное значение. Для того чтобы противостоять этому кризису, необходимо тесное национальное и международное сотрудничество, внедрение технологических решений и активное участие населения. В противном случае устойчивость водных ресурсов окажется под угрозой, и когда население начнёт ощущать прямые последствия, проблема может приобрести гораздо более серьёзные масштабы.

Будущий водный кризис представляет собой многогранную угрозу. Однако эту угрозу можно превратить в возможность с помощью правиль-

ной политики и инновационных методов. Устойчивость к худшему сценарию столь же важна, как и способность реализовать лучший сценарий. Итак, готовы ли мы вместе формировать будущее воды?

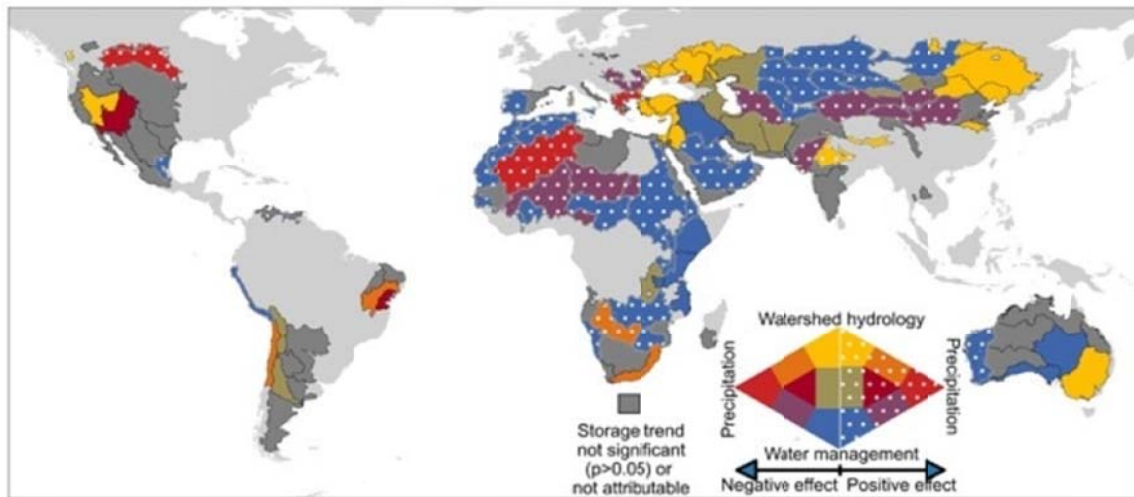
Исследование: расхождение между изменениями запасов поверхностных вод и осадками в засушливых районах²

Засушливые районы, характеризующиеся индексом засушливости (AI) ниже 0,65, занимают около 45% суши Земли и обеспечивают условия для жизни более трех миллиардов человек. Острый дефицит воды в этих районах представляет серьезный риск для благосостояния людей и экосистем. Тем не менее, наше понимание долгосрочных изменений в запасах поверхностных вод и их причин ограничено из-за нехватки высококачественных данных с адекватным охватом и разрешением.

Для решения этих критически важных проблем исследовательская группа из Института географических наук и исследований природных ресурсов (IGSNRR) Китайской академии наук (CAS) и их соавторы использовали данные дистанционного зондирования из различных источников для создания ежемесячного временного ряда изменений запасов воды в 105 400 озерах и водохранилищах в засушливых регионах мира за период с 1985 по 2020 гг. Результаты исследования были опубликованы в журнале *Nature Water*.

Результаты показали, что запасы поверхностных вод в глобальных засушливых районах увеличиваются на 2,20 км³ в год, в основном благодаря строительству новых водохранилищ. Хотя естественные озера и старые водохранилища не продемонстрировали явных общих тенденций, на них приходится 91% динамики накопления воды в речных бассейнах этих регионов.

² Источник: Researchers reveal decoupling between surface water changes and precipitation in dry-lands / <https://smartwatermagazine.com/news/chinese-academy-sciences/researchers-reveal-decoupling-between-surface-water-changes-and> Опубликовано 7.02.2025



Дальнейший анализ показал, что долгосрочные изменения в запасах этих водных объектов обусловлены преимущественно деятельностью человека, включая антропогенное потепление климата и управление водными ресурсами, а не изменением количества осадков, как считалось ранее.

В этом исследовании представлены данные о долгосрочных изменениях запасов поверхностных вод в глобальных засушливых районах, которые объясняются деятельностью человека. «Исследование показывает, что в засушливых регионах существует разрыв между накоплением поверхностных вод и количеством осадков, что ставит новые вызовы для устойчивости общества и экосистем», — отмечает профессор Чжао Ган, первый автор исследования.

Это разделение подчеркивает роль глобального потепления и человеческой деятельности в стимулировании долгосрочных гидрологических изменений. Следовательно, управление водными ресурсами, основанное исключительно на количестве осадков, может как переоценивать, так и недооценивать доступность воды. Вместо этого, при комплексном планировании водных ресурсов следует учитывать климат, характеристики бассейнов и деятельность человека для более точной оценки водных ресурсов.

Изменение климата увеличит разрыв между спросом и предложением воды³

Эмили Гринфилд

Вода — самый важный ресурс нашей планеты, поддерживающий все формы жизни, здоровье человека, экономическое развитие, сельское хозяйство и производство энергии. Однако нехватка воды стала одной из самых значительных мировых проблем двадцать первого века. Многие части мира уже страдают от нехватки воды из-за неустойчивых моделей ее использования и изменений окружающей среды. Изменение климата ускоряется, нарушения в характере осадков и повышение температуры напрягают водоснабжение, усугубляя дисбаланс спроса и предложения. Недавний анализ Лоренцо Розы и Маттео Санджорджо из Carnegie Science Политехнический университет Милана, опубликовано в Природа связи, подчеркивает важность установления жестких мер по управлению водными ресурсами для решения этих растущих трудностей. Их исследование анализирует разрыв между спросом и предложением воды в соответствии с глобальное потепление Сценарии 1.5°C и 3°C указывают на тревожные тенденции, требующие быстрых действий со стороны политиков, управляющих ресурсами и людей во всем мире.

Растущий разрыв между спросом и предложением воды и его последствия

Дефицит воды — многомерная проблема, затрагивающая миллиарды людей по всему миру. По оценкам Розы, около 4 миллиардов человек живут в местах, где нехватка воды наблюдается как минимум один месяц в году. Более того, почти половина орошаемого земледелия в мире приходится на районы, где спрос на воду превышает имеющуюся доступность. Термин «водный дефицит» относится к ситуации, в которой потребление воды превышает естественно доступную воду в любой момент времени, что приводит к потере критических водных ресурсов, таких как реки, озера, водоносные горизонты, и запасы грунтовых вод. Со временем это чрезмерное использование ограничивает водоснабжение и способствует ухудшению состояния окружающей среды и социально-экономической нестабильности.

³ Источник: <https://sigmaearth.com/ru/climate-change-to-widen-water-supply-and-demand-gap-study/>
Опубликовано 4.03.2025

Роза и Санджорджио подсчитали, что глобальный дефицит воды уже превышает 458 миллиардов кубометров в год. При сценарии потепления на 1.5°C, Ожидается, что эта разница увеличится на 6%, тогда как повышение температуры на 3°C может привести к увеличению на 15%.. Даже небольшое увеличение дефицита воды имеет серьезные последствия, особенно в сельском хозяйстве, где орошение имеет решающее значение для производства продовольствия. Сокращение доступности воды ставит под угрозу урожайность, усугубляя продовольственную бедность и вызывая экономические потери в фермерских общинах.

Кроме того, экологические последствия расширения водных пробелов включают потерю экосистем, зависящих от пресной воды. Водные среды обитания, такие как водно-болотные угодья, реки и озера имеют решающее значение для сохранения биоразнообразия и обеспечивают ключевые функции, включая фильтрацию воды, регулирование климата и контроль за наводнениями. По мере сокращения запасов пресной воды устойчивость этих экосистем ухудшается, что повышает опасность потери среды обитания и вымирания видов.

Стратегии устойчивого управления водными ресурсами

Решение проблемы нехватки воды требует комплексной стратегии, которая сочетает в себе устойчивость окружающей среды с растущими потребностями в воде растущего населения мира. Роза и Санджорджио подчеркивают важность внедрения политиками и управляющими ресурсами инновационных мер по управлению водными ресурсами для минимизации приближающейся проблемы. Эти стратегии включают в себя следующее:

Улучшение водоснабжения с помощью инфраструктуры и технологий

Одной из наиболее эффективных стратегий борьбы с нехваткой воды является повышение ее доступности за счет улучшения инфраструктуры и внедрения технологий. Несколько ключевых способов могут помочь улучшить водоснабжение:

- **Опреснение:** Опреснение — это процесс, который преобразует морскую воду в пресную, которая может стать альтернативным источником воды для пустынных и прибрежных мест. Опреснение — энергоемкий процесс, но прогресс в Возобновляемая энергия инте-

грация может сделать его более устойчивым и экономически эффективным.

- Повторное использование и переработка воды: Очистка и повторное использование сточных вод может значительно повысить доступность воды для сельскохозяйственных, промышленных и муниципальных нужд. Такие страны, как Сингапур и Израиль, успешно построили крупномасштабные схемы переработки воды, чтобы уменьшить свою зависимость от поставок пресной воды.
- Улучшенное хранение воды: Инвестиции в устойчивую инфраструктуру хранения воды, такую как водохранилища и подземные водоносные горизонты, обеспечивают стабильное снабжение во время засух или нерегулярных осадков.
- Проекты по переброске воды: Транспортировка воды из районов с избытком запасов в районы с дефицитом может помочь сократить дефицит воды. Однако такие проекты требуют тщательного планирования, чтобы минимизировать ущерб окружающей среде и гарантировать равномерное распределение.

Сокращение потребности в воде за счет экономии и эффективности

Помимо повышения доступности воды, для решения проблемы ее нехватки жизненно важно ограничить спрос за счет ее экономии и повышения эффективности. Для достижения этой цели можно использовать несколько мер:

- Внедрение эффективных методов орошения: Сельское хозяйство является крупнейшим в мире потребителем пресной воды. Внедрение сложных технологий орошения, таких как капельное орошение, точное земледелие и датчики влажности почвы может помочь сократить потери воды, сохраняя при этом урожайность.
- Переход на менее водоемкие культуры: Фермеры могут приспособиться к изменению доступности воды, выращивая засухоустойчивые культуры, требующие меньшего орошения. Это изменение экономит воду и улучшает продовольственную безопасность в странах, подверженных засухе.
- Сокращение промышленного водопользования: Для сокращения потребления воды промышленные предприятия могут использовать водосберегающие методы, такие как замкнутые системы водоснабжения, переработка сточных вод и экологически чистые технологии охлаждения.

- Содействие экономии воды в домах: Программы повышения осведомленности общественности, стимулы для использования водосберегающего оборудования и политика, мотивирующая ответственное водопользование, могут помочь минимизировать потребление воды в домашних условиях.

Заключение

Дефицит воды — растущая всеобщая проблема, требующая быстрых и эффективных решений. Поскольку изменение климата изменяет характер осадков и повышает температуру, спрос на воду будет только расти, что делает критически важным для правительств, корпораций и сообществ внедрение мер по устойчивому управлению водными ресурсами. Исследования Розы и Санджорджио подчеркивают насущную необходимость преодоления разрыва между предложением и спросом на воду путем объединения решений со стороны предложения, таких как опреснение и повторное использование воды, с методами со стороны спроса, такими как повышение эффективности орошения и меры по сохранению.

Общества могут защитить подход будущих поколений к этому важнейшему ресурсу, приняв жесткую политику и инвестируя в инновационные технологии управления водными ресурсами. Решение проблемы нехватки воды — это не просто экологическая проблема; это жизненно важно для глобальной стабильности, продовольственной безопасности и экономической устойчивости. Момент действовать — сейчас, и совместными усилиями человечество может создать устойчивое будущее, в котором вода будет доступна всем.

Рост аварийности среди новых плотин в странах с низким уровнем дохода: результаты исследования⁴

Сьюзан Чако

Исследование, опубликованное в журнале Nature Water, прогнозирует, что к 2035 г. в мире может произойти до 23 крупных аварий плотин. Авторы подчеркивают, что 4,4% крупных плотин имеют вероятность прорыва выше 1/10 000, что делает вопрос инвестиций в их безопасность особенно актуальным.

Плотины играют ключевую роль в управлении водными ресурсами, выработке электроэнергии и защите от наводнений, однако их аварии могут иметь катастрофические последствия. Ученые из Deltares, IHE Delft и Imperial College London провели всесторонний анализ риска отказов плотин с 1900 г. по настоящее время. Для исследования использовались исторические данные о крупных авариях, а также актуальные инвентаризационные сведения, что позволило провести статистический анализ долговечности плотин и факторов, влияющих на их надежность.

Результаты исследования выявили повышенный риск отказа в первые годы эксплуатации, особенно для насыпных плотин. В то же время современные бетонные плотины демонстрируют большую устойчивость. Однако влияние старения плотин остается менее очевидным, что подчеркивает необходимость постоянного мониторинга и своевременной модернизации гидротехнических сооружений.

Исследователи пришли к выводу, что в будущей статистике аварий будут преобладать плотины, построенные несколько десятилетий назад, особенно насыпные сооружения высотой от 15 до 70 м, возведенные во второй половине прошлого века.

Также было выявлено, что число отказов среди недавно построенных плотин возрастает в регионах с низким уровнем дохода, что совпадает с территориями, где значительный гидроэнергетический потенциал остается неиспользованным. При этом отмечается, что эта тенденция особенно выражена в районах с муссонным климатом, тогда как в других климатических зонах характер строительства и отказов остается более однородным.

⁴ Источник: Susan Chacko. Newly built dams in low-income countries failing increasingly: Study / <https://www.downtoearth.org.in/water/newly-built-dams-in-low-income-countries-failing-increasingly-study> Опубликовано 25.03.2025

Антонио Морено-Роденас, эксперт по безопасности плотин в Deltares и ведущий автор исследования, отметил, что обеспечение безопасности плотин является сложной задачей, требующей детального понимания состояния каждой конструкции, ее особенностей и условий эксплуатации. По его словам, будущие прогнозы основаны на 120-летних наблюдаемых тенденциях, однако важно учитывать изменяющиеся факторы риска, такие как деградация водосборных бассейнов, рост экстремальных погодных явлений и геополитические конфликты. Он подчеркнул, что точная количественная оценка этих рисков играет ключевую роль в разработке эффективной политики безопасности плотин.

В исследовании подчеркивается важность инвестиций в мониторинг, обслуживание и модернизацию плотин, которые необходимы для адаптации к актуальным гидрологическим условиям. Авторы предупреждают, что пренебрежение этими мерами может привести к серьезной уязвимости и значительным рискам, особенно в условиях учащающихся наводнений.

С учетом потенциальных последствий аварий плотин для общества в исследовании отмечается, что с середины прошлого века усилия Международной комиссии по большим плотинам (ICOLD) и национальных органов по безопасности плотин способствовали разработке руководящих принципов проектирования. Эти стандарты нацелены на достижение ежегодной вероятности аварии не более 1/10 000 для объектов с высокой степенью опасности. Однако авторы указывают, что реализация этих мер осложняется изменяющимися гидрологическими условиями и ограниченностью ресурсов.

Авторы исследования отмечают, что большое количество плотин создает значительную финансовую нагрузку на административные органы, отвечающие за их обслуживание и ремонт. В связи с этим они подчеркивают, что приоритетное выявление плотин с наибольшим уровнем риска может играть ключевую роль в эффективном распределении инвестиций в их безопасность, особенно в условиях бюджетных ограничений. В исследовании также упоминается, что своевременные меры предосторожности могут помочь предотвратить крупные катастрофы, подобные прорыву плотин в регионе Дерна в Ливии в сентябре 2023 г., который привел к гибели нескольких тысяч человек.

Информационные технологии в водном хозяйстве

Облачное ПО Confluence от NASA помогает гидрологам исследовать реки по всему миру⁵

Реки и ручьи образуют на Земле сложные сети протяженностью в миллионы миль, способствуя развитию торговли, поддерживая экосистемы и обеспечивая жизненно важные запасы пресной воды. Однако гидрологи, посвятившие свою жизнь изучению этой обширной водной сети, сталкиваются с ограниченным набором инструментов. По всему миру только около 3 000 гидропостов предоставляют регулярные и надежные данные, что затрудняет выявление глобальных тенденций.

Как отмечает Колин Глисон, профессор кафедры гражданского и экологического строительства Университета Массачусетса в Амхерсте: «Лучший способ изучить реку — это побывать в ней самому. Второй лучший метод — использовать речной манометр».

Теперь, благодаря усилиям Глисона и группы из более чем 30 исследователей, появился новый инструмент — «Confluence». Это аналитическая система для совместной работы, использующая данные миссии НАСА по топографии поверхностных вод и океанов (SWOT) и гармонизированный архив Landsat Sentinel-2 (HLS) для оценки речного стока и уровня взвешенных отложений в реках шириной более 50 м. Программное обеспечение размещено в Центре распределенного активного архива физической океанографии НАСА (PO.DAAC) и доступно как открытое ПО для пользователей по всему миру с открытым исходным кодом.

Благодаря включению альтиметрических данных SWOT, которые позволяют оценивать сток, и оптических данных HLS, которые используются для оценки взвешенных наносов, «Confluence» впервые дает возможность гидрологам создавать своевременные модели размеров рек и каче-

⁵ Источник: NASA's cloud-based Confluence software helps hydrologists study rivers on a global scale / <https://smartwatermagazine.com/news/nasa/nasas-cloud-based-confluence-software-helps-hydrologists-study-rivers-a-global-scale> Опубликовано 6.02.2025

ства воды на глобальном уровне. В отличие от существующих методов оценки взвешенных наносов по данным HLS, «Confluence» работает в 30 раз быстрее.

Никки Тебальди, инженер по внедрению облачных технологий в Лаборатории реактивного движения НАСА (JPL) и соинвестор проекта Confluence, была ведущим разработчиком этого проекта. По ее словам, несмотря на то что отдельные компоненты Confluence существуют уже несколько десятилетий, объединение их в единый облачный конвейер обработки данных стало серьезной задачей.

Тебальди подчеркнула, что она гордится тем, что группе исследователей удалось собрать все эти различные алгоритмы, интегрировать их в облако, и теперь они успешно выполняют команды и работают слаженно.

Суреш Ваннан, бывший руководитель PO.DAAC и соинвестор проекта Confluence, отмечает, что новая возможность получать своевременные глобальные оценки речного стока и качества воды окажет значительное влияние на гидрологические модели, которые оценивают все — от здоровья речных экосистем до таяния снега.

По его словам, речной сток имеет множество научных применений, поскольку это фактически моментальный снимок состояния реки и ее поведения. Получение такого снимка на глобальном уровне — это настоящее изменение игры.

Хотя команда Confluence все еще работает с PO.DAAC над завершением своего программного пакета, пользователи уже могут получить доступ к исходному коду Confluence по следующей ссылке. Учебные материалы, руководства и другие ресурсы для пользователей можно найти на веб-странице PO.DAAC.

Все эти усовершенствования оригинальных алгоритмов Confluence, разработанных для SWOT, стали возможны благодаря программе NASA Advanced Intelligent Systems Technology (AIST), которая является частью Управления технологий науки о Земле (ESTO), в сотрудничестве с проектами SWOT и PO.DAAC.

Для получения дополнительной информации о возможностях разработки технологий нового поколения для изучения Земли из космоса, посетите страницу заявок ESTO [здесь](#).

Исследователи разрабатывают систему мониторинга качества воды с использованием искусственного интеллекта⁶

Чистая вода является глобальным приоритетом, однако мониторинг ее качества становится все более сложной задачей из-за растущего загрязнения водоемов.

Профессор Университета штата Южная Дакота, заведующий кафедрой электротехники Маккомиш Сунгйонг Джунг и его исследовательская группа работают над решением этой проблемы с использованием высокотехнологичных датчиков и искусственного интеллекта.

В повседневной жизни человек использует все больше химических веществ, которые в конечном итоге попадают в водные источники. Эти вещества не только представляют потенциальную опасность для здоровья человека, но и зачастую трудно обнаружимы.

Кроме того, традиционные методы мониторинга качества воды являются трудоемкими, затратными по времени и дорогостоящими. Для мониторинга 11 929 миль рек и ручьев, а также 577 озер и водохранилищ Южной Дакоты, Департамент сельского хозяйства и природных ресурсов штата регулярно или раз в полгода берет пробы из водоемов. Эти пробы затем доставляются в лабораторию, где вода анализируется на содержание различных химических веществ.

Своевременный и эффективный мониторинг всех этих водных объектов — задача не из легких. Именно поэтому Юнг разрабатывает метод, который позволит отслеживать качество воды в реальном времени.

Высокотехнологичные датчики Юнга погружаются в воду и измеряют содержание различных химических веществ, включая нитраты, нитриты, аммоний, азот и фосфор. После погружения в водоем датчики предоставляют «мгновенный результат», который отражает качество воды.

Для этой работы можно использовать коммерчески доступные датчики, но они крайне дороги. Поэтому Юнг, обладая большим опытом работы с интегральными схемами и встроенными системами для химических и биосенсорных приложений, часто разрабатывает собственные датчики.

⁶ Источник: Researchers use AI to develop water quality monitoring system / <https://smartwatermagazine.com/news/south-dakota-state-university/researchers-use-ai-develop-water-quality-monitoring-system> Опубликовано 5.02.2025

Для обнаружения следовых количеств химических веществ требуется разработка и внедрение высокочувствительных оптических датчиков.

По словам Юнга, для разработки таких датчиков необходимо использовать нанотехнологии. Затем нужно создать электронные системы, которые в сочетании с датчиками обеспечат точное обнаружение химических веществ. «Наша работа сосредоточена на разработке схемы считывания для электрохимических датчиков», — отмечает Юнг.

Датчики оснащены электронной схемой считывания, которая позволяет дистанционно передавать данные на большие расстояния в мобильное приложение через беспроводную передачу. Это позволяет осуществлять мониторинг водоемов в реальном времени и избавляет от необходимости часто извлекать датчик для анализа.

Для работы этих систем также требуется использование искусственного интеллекта. Методы машинного обучения анализируют данные, полученные от датчиков, и определяют уровень содержания каждого обнаруженного химического вещества. Затем эти данные отправляются в мобильное приложение через встроенную систему.

Юнг и его исследовательская группа, в состав которой входят постдокторанты и докторанты, разработали мобильное приложение, которое позволяет пользователю легко интерпретировать данные прямо с телефона или компьютера.

«Мы разрабатываем пользовательский интерфейс и мобильное приложение», — говорит Юнг. Пользователи смогут управлять определенными настройками для считывания данных.

Юнг начал заниматься подобными исследованиями, работая преподавателем в Техасском университете в Арлингтоне, где разрабатывал эффективные интегральные схемы с низким энергопотреблением для слуховых аппаратов. Со временем его исследования расширились до сельского хозяйства и датчиков, однако в основе всех его работ по-прежнему лежат маломощные интегральные схемы.

В целом, Юнг считает, что эта работа может быть полезной для менеджеров природных ресурсов, а также может найти применение у фермеров и других частных землевладельцев для мониторинга своих водоемов.

«Это инструмент для оптимизации процесса принятия решений», — добавил Юнг.

Технологии

Восемь ключевых технологических тенденций, которые изменят управление водными ресурсами в 2025 году⁷

В отчете «Water Technology Trends 2025 – Revolutionizing Water Management through Digital Transformation» (Тенденции водных технологий 2025 — революция в управлении водными ресурсами через цифровую трансформацию), недавно опубликованном компанией Xylem Vue, описаны новые тенденции, которые приведут к революции в водном секторе.

Согласно недавней публикации Всемирного экономического форума, 2025 г. станет годом, ознаменованным двумя ключевыми вехами: с одной стороны, ростом дефицита воды, затронувшим две трети населения планеты, а с другой — абсолютной нехваткой воды для 1,8 млрд человек. Эти факторы, наряду с угрозами, связанными с изменением климата и неудовлетворительным состоянием инфраструктуры в таких регионах, как Латинская Америка, где в среднем теряется 40 % добываемой питьевой воды, подчеркивают настоятельную необходимость принятия срочных мер. В связи с этим Всемирный экономический форум выступает за увеличение инвестиций в обеспечение устойчивости водных ресурсов. В этом контексте цифровая трансформация играет ключевую роль.

Цифровая трансформация, поддерживаемая передовыми технологиями, продолжит оставаться краеугольным камнем в решении водных проблем, с которыми сталкивается мир сегодня. По словам Хайме Барбы, генерального директора Xylem Vue и Idrica, необходимо «принять более умные, устойчивые и рациональные подходы для комплексного решения этих глобальных проблем — будь то городские, сельские или промышленные, — чтобы обеспечить более надежное управление системами, направленное на устойчивость водных ресурсов». Кроме того, Барба подчеркнул, что технологическая трансформация сектора «в значительной степени будет зависеть от способности государственного и частного секторов эффектив-

⁷ Источник: The top eighth technological trends set to shape water management in 2025 / <https://www.idrica.com/blog/the-top-eighth-technological-trends-set-to-shape-water-management-in-2025/> Опубликовано 19.02.2025

но работать вместе, что имеет решающее значение для совершенствования целостного управления водным циклом».

Компания Xylem Vue выделила восемь технологических тенденций, которые будут определять развитие водного сектора в 2025 г., в своем недавно опубликованном отчете «Тенденции водных технологий 2025 — революция в управлении водными ресурсами через цифровую трансформацию».

Первая тенденция, выделенная в отчете, — это растущее использование искусственного интеллекта и оперативного интеллекта в управлении водными ресурсами. В этом контексте оперативный интеллект, поддерживаемый передовыми технологиями искусственного интеллекта, должен кардинально изменить подход к управлению водными ресурсами в 2025 году. Такие решения предоставляют организациям явные конкурентные преимущества, начиная от централизации данных и заканчивая оптимизацией операций с использованием алгоритмов прогнозирования. Применяя эти инструменты, коммунальные службы смогут повысить устойчивость, оптимизировать ресурсы и обеспечить надежное обслуживание в условиях все более сложной ситуации.

Еще одним важным аспектом станет кибербезопасность критически важной инфраструктуры. Укрепление кибербезопасности в водохозяйственном секторе будет иметь решающее значение в этом году на фоне роста цифровых угроз. Технологическая модернизация, а также такие стратегии, как сегментация сети и многофакторная аутентификация, станут основой защиты критически важных объектов инфраструктуры. Кроме того, постоянный мониторинг, обучение сотрудников в области безопасности и реализация планов обеспечения устойчивости обеспечат бесперебойную работу и укрепят доверие общественности, позиционируя коммунальные предприятия как инновационных лидеров.

Одной из ключевых проблем продолжит оставаться неучтенный расход воды. В связи с этим цифровые решения для контроля потерь воды входят в число тенденций, выделенных в данном отчете. Оптимизация систем распределения воды и минимизация неучтенного расхода воды (НРВ) становятся приоритетными задачами для повышения эффективности, устойчивости и снижения затрат. Будущие инновации в области анализа данных в реальном времени и управления сектором для контроля потерь воды позволят в 2025 г. создать более точные, быстрые и экономически эффективные инструменты. Использование таких технологий, как искусственный интеллект, Интернет вещей (IoT), цифровые двойники, передовая измерительная инфраструктура, усовершенствованные датчики и цифровые платформы, приведет к улучшению управления и защиты водных ресурсов, оптимизируя их использование для удовлетворения растущих

требований к устойчивости и жизнеспособности, как указано в отчете Xylem Vue. В этом контексте надежное использование данных продолжит оставаться одной из главных проблем, сдерживающих прогресс в борьбе с потерями воды.

Как отметил Мануэль Парра, вице-президент по стратегическим партнерствам и альянсам компании Xylem, наличие данных не является главной проблемой. Проблема заключается в том, как эти данные используются. Многие компании установили системы, работающие в изоляции. Интеграция данных между этими платформами позволяет получить целостное представление о водной системе, устранить информационные разрывы и предоставить операторам и менеджерам на местах доступ к полезной информации.

Еще одним важным аспектом, рассмотренным в отчете Xylem Vue, являются развивающиеся тенденции в области очистных сооружений (ОС). По данным множества организаций, включая Организацию Объединенных Наций, к 2025 г. численность населения Земли достигнет 8,2 млрд человек. Это увеличение населения усугубит дефицит воды и потребует особого внимания к очистным сооружениям, которые играют стратегическую роль на пути к устойчивому развитию.

Эксперты отмечают цифровизацию как ключевой фактор преобразования очистных сооружений в интеллектуальные и устойчивые объекты, соответствующие требованиям быстро меняющегося мира. Благодаря мониторингу в реальном времени, предсказательной аналитике и автоматизации, очистные сооружения смогут достичь большей эффективности, лучшего соблюдения нормативных требований и более бережного отношения к окружающей среде.

С развитием технологий интеграция водоочистных сооружений в систему «умного города» будет способствовать их превращению в ключевых игроков устойчивых городских экосистем.

Важность цифровизации в борьбе с наводнениями

Германия, Бельгия, Бразилия, Южный Судан, Пакистан, Гамбия, Испания... Что объединяет эти страны? В последние годы все они пострадали от сильных и масштабных наводнений. Сочетание технологических инноваций, глобального сотрудничества и целостного подхода имеет решающее значение для эффективного и адаптивного управления водными ресурсами в борьбе с этими экстремальными явлениями. В этом контексте системы поддержки принятия решений (СППР) и системы раннего предупреждения (СРП) становятся ценными инструментами. Развитие и постоянное совершенствование

шенствование этих систем, а также внедрение новых технологий критически важны для комплексного и устойчивого управления водными ресурсами. Фактически, они станут ключевой технологической тенденцией в борьбе с этими все более частыми экстремальными погодными явлениями.

Еще одной важной тенденцией, выделенной в отчете, является роль интеллектуального орошения и цифровизации как ключевых инструментов для формирования будущего сельского хозяйства и городского развития. Исследования показывают, как цифровые преобразования и интеллектуальное орошение, как в сельском хозяйстве, так и в городах, будут способствовать решению проблем, связанных с изменением климата, а также обеспечению эффективного управления водными и энергетическими ресурсами, поддерживая тем самым производительность сельскохозяйственных культур и создавая более устойчивую городскую среду. Дистанционное считывание, автоматизация, мониторинг в реальном времени, дистанционное зондирование и передовые алгоритмы — это лишь некоторые из технологий, которые могут стать неотъемлемыми элементами цифровизации сельского хозяйства и городского орошения.

Когда речь идет о городской среде, устойчивое развитие должно распространяться и на города. В частности, в отчете подчеркивается растущее внимание к инновациям в области интеллектуальных зданий и сетей централизованного теплоснабжения и охлаждения (ДНС).

Таким образом, «умные» здания и сети ДНС, управляемые цифровыми платформами, станут основой устойчивого развития городов в 2025 г. Эти решения оптимизируют использование ресурсов, повышают энергоэффективность и способствуют внедрению возобновляемых источников энергии, становясь важнейшими элементами городов будущего.

Наконец, в докладе подчеркивается, что оптимизация управления водными ресурсами и повышение качества услуг остаются главными приоритетами на ближайшие годы. Как отмечает ЮНИСЕФ, «изменение климата нарушает погодные условия, вызывает более частые и интенсивные экстремальные явления, непредсказуемое наличие воды, усугубляет ее дефицит и загрязняет водные ресурсы». В связи с этим необходимо внедрять новый подход к инновационным стратегиям и технологиям, которые могут улучшить качество услуг.

Цель — улучшить управление водообеспечением с помощью таких технологий, как искусственный интеллект, машинное обучение, передовые алгоритмы и дистанционное управление инфраструктурой, повысить устойчивость, прозрачность управления и обеспечить доступ пользователей к высококачественным услугам.

Одним словом, 2025 г. станет поворотным моментом, когда слияние технологий и устойчивого развития позволит пересмотреть глобальную парадигму водопользования в условиях постоянно меняющегося мира.

Ученые из РФ изобрели инновационный опреснитель воды на солнечной батарее⁸

Ученые Южно-Уральского государственного университета (ЮУрГУ, Челябинск) запатентовали прибор, который опресняет соленую воду, используя электричество, вырабатываемое солнечной батареей.

Как передает Report, об этом сообщил ТАСС профессор кафедры «Электрические станции, сети и системы электроснабжения» ЮУрГУ Евгений Соломин.



⁸ Источник: <https://report.az/ru/nauka-i-obrazovanie/uchenye-iz-rf-izobreli-innovacionnyj-opresnitel-vody-na-solnechnoj-bataree/> Опубликовано 28.02.2025

«Мы впервые в мире предложили инновационный способ отвода теплоты от принимающей поверхности солнечной панели для нагрева и последующего полезного использования этой теплоты для дистилляции морской и грунтовых минеральных вод. Созданный в результате опреснитель запатентовали», – пояснил Соломин.

По его словам, устройство работает за счет электричества, вырабатываемого солнечными панелями, солнечными модулями. При этом главная проблема солнечных фотоэлектрических панелей заключается в том, что они нагреваются во время работы.

Индонезийские ученые из расположенного в Сурабае Национального государственного исследовательского университета (Sepuluh Nopember Institute of Technology), с которыми проводили совместные испытания, смогли усовершенствовать конструкцию опреснителя, в итоге температура поверхности солнечного модуля снизилась с 64 до 30-48 градусов Цельсия.

Ученый пояснил, что опреснитель может использоваться, в том числе в домашних условиях в регионах с недостатком пресной воды, а также, например, в экспедициях, на производствах. Устройство особенно актуально для Африки, азиатских стран.

Образование, повышение квалификации в водном секторе

ЕС и МСБО запускают инициативу взаимного обучения для организаций речных бассейнов⁹

Европейская комиссия и Международная сеть бассейновых организаций (INBO) запустили четырехлетнюю программу поддержки организаций, работающих с водоносными горизонтами, озерами и реками. Эта инициатива, названная Peer-to-Peer for Lake and River Organisations (P2P), является первой в своем роде. Ее цель — усилить комплексное и устойчивое управление водными ресурсами на уровне водосборных бассейнов в условиях растущего давления на пресные водные ресурсы и изменения климата.

Программа основывается на признании Европейским Союзом важности управления водными ресурсами на уровне водосборных бассейнов как ключевого элемента устойчивого развития. В соответствии с Водной рамочной директивой, центральным законодательным актом, определяющим устойчивость управления водными ресурсами в ЕС, развитие прочных партнерств в области водных ресурсов рассматривается как основополагающий фактор для улучшения управления, развития профессиональных навыков и привлечения инвестиций. Программа также опирается на мнение Международной сети бассейновых организаций (МСБО), согласно которому бассейновые организации играют центральную роль в обеспечении водных ресурсов в достаточном количестве и надлежащем качестве для удовлетворения различных человеческих, экономических и экологических потребностей. Это возможно почти исключительно благодаря внедрению эффективных форм интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР) на уровне бассейнов водоносных горизонтов, озер и рек. Таким образом, бассейновые организации играют ключевую роль в реализации Цели 6 в области устойчивого развития, особенно в рамках задач 6.5.1 и 6.5.2.

⁹ Источник: EU and INBO launch initiative for Peer-to-Peer learning among River Basin Organisations / <https://www.waterdiplomat.org/story/2025/01/eu-and-inbo-launch-initiative-peer-peer-learning-among-river-basin-organisations> Опубликовано 28.01.2025

Программа R2P была официально запущена 24 мая 2024 г. в ходе 10-го Всемирного водного форума на Бали, где были приняты более широкие обязательства по так называемой «Балийской повестке чемпионов бассейнов». Эта повестка предполагает наращивание потенциала и обмен опытом между бассейновыми организациями по всему миру. Программа приглашает команды бассейновых организаций активно участвовать и обмениваться опытом, учась у коллег и вдохновляясь их подходами по выбранным темам.

Цели программы

Программа Взаимного обучения по принципу «равный-равному» для бассейновых организаций в целом направлена на укрепление потенциала специалистов и практиков бассейновых организаций через обмен знаниями и опытом. Ожидаемые результаты от реализации программы включают улучшение устойчивого управления водными ресурсами, а также повышение устойчивости бассейнов к последствиям изменения климата.

С точки зрения содержания, предполагаемая программа будет опираться на три стратегические цели. Первая цель заключается в стимулировании и постепенном развитии коллегиальных обменов и партнерских отношений между бассейновыми организациями. Во-вторых, программа направлена на укрепление управленческого и институционального потенциала бассейновых организаций в ключевых областях интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР). Это включает наращивание потенциала в таких сферах, как правовая база (с учетом уроков Водных конвенций ООН и Водной рамочной директивы ЕС), разработка планов управления речными бассейнами, совершенствование знаний и методов мониторинга, улучшение информационных систем по водным ресурсам и обмена данными, а также усовершенствование механизмов финансирования и реализации проектов.

В-третьих, программа направлена на создание структуры, которая позволит бассейновым организациям развивать взаимное сотрудничество, обмениваться знаниями и практическим опытом, что, в свою очередь, обеспечит более эффективное решение как глобальных, так и местных проблем управления водными ресурсами. Это будет достигаться через обмен успешными стратегиями, методами и инструментами, а также информацией о неудачных инициативах, предоставляя платформу для изучения опыта и уроков коллег-практиков, что поможет избежать распространенных ошибок и внедрять эффективные стратегии.

Реализация программы

Программа стартует в сентябре 2024 г. и рассчитана на 48 мес. с первоначальным бюджетом в 6 млн евро, который может быть увеличен за счет дополнительных взносов. В плане географической направленности программа, как ожидается, сосредоточится на поддержке трансграничных и национальных бассейновых организаций в Африке, а также в Латинской Америке, Центральной и Юго-Восточной Азии. Европейские бассейновые организации будут участвовать в программе преимущественно по принципу «равный-равный», делясь своим опытом с партнёрскими организациями в этих регионах. Хотя основное внимание в программе уделяется бассейновым организациям, также возможное участие государственных органов управления водными ресурсами, организаций гражданского общества, неправительственных организаций, частного сектора и исследовательских учреждений.

Первый этап программы, который продлится до конца августа 2025 г., посвящен предварительному определению партнерств, включая сравнительный анализ процессов, подготовку специализированных партнерств, ограниченный прием заявок на выражение заинтересованности и создание глобальной платформы. Второй этап, который продлится до февраля 2028 г., включает встречи между организациями бассейнов, разработку меморандумов о взаимопонимании с отобранными партнерами, обмен сотрудниками, создание глобальной платформы, а также региональной платформы в Африке, и реализацию партнерств. Начиная с июля 2027 г., будет проводиться мониторинг реализации проекта, с акцентом на достигнутые успехи, продвижение обучения и модели реализации. Кроме того, предполагается разработка рекомендаций по вопросам политики, а также документирование и распространение передового опыта.

Опираясь на существующие практики

Идея создания глобальной программы взаимной поддержки организаций, занимающихся озерами и бассейнами, основана на предыдущем опыте Европейского региона. Как уже упоминалось, в течение последних двух десятилетий страны Европейского союза активно сотрудничали в рамках Водной рамочной директивы, которая служит основой для защиты всех водных объектов в ЕС. С 2016 г., Европейский союз значительно усилил поддержку соседних стран Восточной Европы, в частности, через Водную инициативу ЕС Плюс. Это позволило модернизировать практики управления водными ресурсами в соответствии с законодательством ЕС. В

частности, была проведена работа по планированию управления речными бассейнами, включая определение инвестиционных потребностей, экономику водных ресурсов, участие общественности, экологическую повестку и мониторинг водных ресурсов, что способствовало межсекторному сотрудничеству и трансграничному взаимодействию.

Также была оказана поддержка национальным правительствам в совершенствовании сбора и анализа данных о водных ресурсах и экологической статистики для разработки политики, основанной на фактических данных. Дополнительно, улучшилось трансграничное водное сотрудничество. Программа опиралась на опыт стран-членов ЕС и ключевых международных институтов, а ее реализацией занимались Агентство по охране окружающей среды Австрии, Международный офис по водным ресурсам (Oieau) во Франции, Секретариат ЕЭК ООН и ОЭСР.

Поддержка планирования речных бассейнов в Украине

Украина использовала опыт и поддержку Европейского Союза для разработки девяти планов управления речными бассейнами (ПУРБ). Этот процесс был предпринят с целью улучшения согласования управления водными ресурсами с Водной рамочной директивой ЕС, а также с международными стандартами. Основные вопросы, рассмотренные в планах, включают управление сточными водами, образующимися в городах и промышленности, забор воды для сельского хозяйства, а также поддержание здоровья водных экосистем. К концу 2024 г. правительство Украины утвердило ПУРБ, охватывающие бассейны рек Дунай, Днестр, Днепр, Дон, Южный Буг, Черное море, Азовское море, Висла и Крым.

Количественное управление водными ресурсами в бассейне реки Касах, Армения

В период с 2016 по 2021 гг., Европейский Союз поддержал сочетание реформирования политики и развития потенциала на национальном и бассейновом уровнях для улучшения управления водными ресурсами в Армении. Это включало поддержку разработки количественного плана управления водными ресурсами для суббассейна реки Касах. В рамках программы Oieau была оказана помощь в улучшении мониторинга водных ресурсов, что позволило собрать данные о водном балансе, экологических стоках, водопользовании и дефиците воды в суббассейне. Это способствовало решению проблемы дефицита воды в Армении и повысило устойчивость водных экосистем и экономики страны.

Дакарский план действий

Взаимное обучение по принципу «равный-равному» в управлении речными бассейнами основано на принципах Дакарского плана действий по бассейнам озер, рек и водоносных горизонтов, представленного на 9-м Всемирном водном форуме в Дакаре, Сенегал, в 2022 г. Дакарский план действий представляет собой глобальную политическую основу для развития бассейновых организаций, в основе которой лежит ряд принципов:

Во-первых, план определяет бассейновые организации как миротворцев и ускорителей устойчивого развития. Эти организации выполняют роль площадок для диалога между странами на трансграничном уровне, а также между водопользователями и заинтересованными сторонами на субнациональном уровне. Ускоренная реализация Цели устойчивого развития (ЦУР) 6.5 зависит от развития сотрудничества на этих уровнях, что ставит бассейн в центр достижения ЦУР, связанных с водой.

Во-вторых, Дакарский план действий подтверждает, что управление бассейнами является проверенным инструментом для справедливого распределения выгод, а также для устойчивого управления ресурсами как поверхностных, так и подземных вод. Водоносные горизонты, озера и речные бассейны – это ключевые элементы для совместного управления водами и планирования адаптации к изменениям климата.

В-третьих, сотрудничество на трансграничном уровне способствует формированию общего видения использования водных ресурсов, что объединяет человеческие ресурсы, технический потенциал и существующую инфраструктуру, связанную с водными ресурсами. Это происходит в рамках общей стратегии сотрудничества и совместного использования выгод.

В-четвертых, Водные конвенции ООН (1992 и 1997 гг.) представляют собой правовую основу, поддерживающую разработку, развитие и реализацию бассейновых соглашений. Они предлагают согласованный набор норм, основанных на обычном международном праве, которые обеспечивают странам юридически обязательную основу для осуществления деятельности предсказуемым и прозрачным образом.

В-пятых, Дакарский план действий признает бассейновые организации на национальном и местном уровнях как многосторонние платформы, позволяющие проводить совместную диагностику и планирование.

Дакарский план действий подтверждает роль и эффективность бассейновых организаций в обеспечении водной безопасности: он оценивает положительное влияние и конкретные результаты, достигнутые бассейновыми организациями в области экономического и социального развития, а

также сохранения окружающей среды. Он демонстрирует важность институциональных рамок, особенно на трансграничном уровне, где могут быть поддержаны новые правовые соглашения, обеспечивающие благоприятные условия для механизмов финансирования на уровне бассейнов.

Кроме того, Дакарский план действий подтверждает роль и эффективность бассейновых организаций в обеспечении водной безопасности. Он оценивает положительное влияние и конкретные результаты, достигнутые бассейновыми организациями в области экономического и социального развития, а также сохранения окружающей среды. План демонстрирует важность институциональных рамок, особенно на трансграничном уровне, где могут быть поддержаны новые правовые соглашения, создающие благоприятные условия для механизмов финансирования на уровне бассейнов.

Следующие шаги

Секретариат МСБО будет отвечать за организацию коллегияльных обменов, основанных на целевой поддержке, оказываемой его региональным сетям, в частности Африканской сети бассейновых организаций (ANBO), которая является дочерней структурой МСБО. В ближайшие месяцы МСБО будет работать над определением бассейновых организаций и других заинтересованных сторон, которые могут быть заинтересованы в участии в механизме взаимного обучения. Ожидается, что будет подготовлено руководство для механизмов взаимного обмена, а также начнется процесс организации обменов между бассейновыми организациями и подготовка специальных партнерских соглашений.

Азия

Проблемы водной безопасности в Центральной Азии¹⁰

В докладе Атлантического совета «Проблемы водной безопасности в Центральной Азии: необходимость регионального и международного сотрудничества» подробно описывается развивающийся водный кризис в Центральной Азии и излагаются стратегии по борьбе с дефицитом воды в регионе.

Водная безопасность — насущная проблема, требующая немедленного внимания со стороны правительств, бизнеса, гражданского общества и международных партнеров Центральной Азии. Изменение климата, рост населения, проблемы с инфраструктурой, недостаточная предусмотрительность правительств и неравномерное распределение драгоценных водных ресурсов между странами верховья (Кыргызстан и Таджикистан) и странами низовья (Казахстан, Туркменистан и Узбекистан) создали «идеальный шторм», приводящий к острому дефициту воды. Засуха 2021 г. в Центральной Азии, исчезновение Аральского моря, испарение ледников в горах Тянь-Шаня и тревожное снижение уровня Каспийского моря напоминают о том, как природные и антропогенные катастрофы оказывают разрушительное воздействие на ограниченные водные ресурсы региона.

В данном отчете рассматривается состояние водной безопасности в пяти странах Центральной Азии, описываются последние события, текущие проблемы и возможности для улучшения. В геополитическом плане межгосударственная напряженность и роль международной политики — например, влияние Запада, России и Китая, а также напряженность в отношениях с Афганистаном — будут продолжать влиять на водную безопасность региона. В отчете также рассматривается международное сотрудничество в проектах по совместному использованию водных ресурсов, включая текущую и будущую роль таких агентств, как Международный фонд спасения Арала, а также таких партнеров, как Агентство США по международному развитию, Всемирный банк и внерегиональные прави-

¹⁰ Источник: Report launch: Water insecurity in Central Asia / <https://www.atlanticcouncil.org/event/report-launch-water-insecurity-in-central-asia/> Опубликовано 7.02.2025

тельства. В заключении доклада приведен целостный набор политических рекомендаций по улучшению водной безопасности в Центральной Азии.

Водная безопасность является сложной и многогранной темой для пяти стран Центральной Азии (С5), региона, сильно зависимого от общих водных источников. Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан и Узбекистан сталкиваются с растущими проблемами, связанными с водными ресурсами, из-за неравномерного распределения водных ресурсов (страны, расположенные выше по течению и ниже по течению), межгосударственной напряженности, наследия советской системы управления водными ресурсами, коррупции и отсутствия надлежащего управления, а также последствий изменения климата. Несмотря на усилия по модернизации, страны по-прежнему полагаются на устаревшую и неэффективную водохозяйственную инфраструктуру, которая с трудом удовлетворяет потребности растущего населения и водоемких отраслей, таких как хлопководство.

Соответствующие недавние события в этом регионе включают крушение Аральского моря, снижение уровня воды в Каспийском море, пограничные конфликты из-за доступа к воде между Кыргызстаном и Таджикистаном, а также строительство спорного канала Талибаном в Афганистане. Проблемы также открывают возможности, включая региональные соглашения о совместном использовании и защите водных объектов, применение новых технологий управления водными ресурсами и использование новых засушливых земель для реализации новых проектов.

В этом отчете анализируется текущее состояние и будущее водной безопасности в пяти государствах Центральной Азии, а также рассматриваются внешние игроки, такие как Афганистан, Китай и страны Каспийского побережья. Разделение региона на страны верхнего течения, обладающие богатыми водными ресурсами, и страны нижнего течения, испытывающие дефицит водных ресурсов, является ключевым моментом этого отчета. Полезная карта, опубликованная в отчете 2017 г. немецкого аналитического центра Adelphi, демонстрирует, как большие участки стран нижнего течения — Казахстан, Туркменистан и Узбекистан — зависят от водных ресурсов, поступающих из горных районов Кыргызстана и Таджикистана, расположенных выше по течению. Водная безопасность оказывает влияние на внутреннюю и внешнюю политику, экономическую стабильность, инфраструктуру и энергетическую безопасность. Таким образом, наши рекомендации охватывают широкий спектр многосторонних проблем, поскольку целостный подход к водной безопасности необходим для улучшения условий жизни, окружающей среды, экономики и промышленности, а также для решения региональных геополитических проблем.

Соседи по рекам: разные пути Центральной и Южной Азии¹¹

Трансграничные реки в Центральной и Южной Азии — это не только источник жизни для миллионов людей, но и арена сложных геополитических игр, где вода становится инструментом давления, сотрудничества или конфликта. В Центральной Азии бассейны Амударьи и Сырдарьи связывают пять государств с населением около 70 миллионов человек, а в Южной Азии реки Инд и Ганг-Брахмапутра обеспечивают водой более 1,5 миллиарда жителей Индии, Пакистана, Бангладеш и Непала. Несмотря на схожие вызовы — изменение климата, рост населения, дефицит ресурсов, — подходы к управлению этими водными артериями в двух регионах разительно отличаются. Центральная Азия делает ставку на двусторонние соглашения и постепенное укрепление региональных институтов, тогда как Южная Азия опирается на исторически сложившиеся договоры и международное посредничество, часто сталкиваясь с эскалацией напряженности.

В Центральной Азии ключевой особенностью управления трансграничными реками является фрагментированность подходов, унаследованная от советского прошлого. До 1991 года Москва централизованно регулировала распределение воды между республиками, где верхние течения (Таджикистан и Кыргызстан) обеспечивали гидроэнергию, а нижние (Узбекистан, Туркменистан и Казахстан) — ирригацию. После распада СССР этот баланс рухнул: в 1992 году было подписано Алма-Атинское соглашение, закрепившее квоты на водозабор (например, Узбекистан получил 42% стока Амударьи, Туркменистан — 22%), но без учета энергетических нужд верховых стран. В результате за 30 лет объем стока Амударьи сократился на 20% — с 79 кубических километров в 1980-х годах до 63 кубических километров в 2020-х, по данным Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии (МКВК). Это вынудило страны искать новые форматы взаимодействия.

За последние три года Центральная Азия заключила четыре новых двусторонних соглашения по управлению реками. Например, в 2022 году Кыргызстан и Узбекистан договорились о совместном использовании реки Чу, установив ежегодный лимит в 1,5 миллиарда кубометров воды для ирригации и 300 МВт электроэнергии для Бишкека. Туркменистан и Узбекистан в том же году обновили договор по Амударье, добавив пункт о коор-

¹¹ Источник: <https://stanradar.com/news/full/57045-sosed-i-po-rekam-raznye-puti-tsentralnoj-i-juzhnoj-azii.html> Опубликовано 24.03.2025

динации в условиях изменения климата, что предусматривает обмен данными о стоке каждые три месяца. Эти шаги показывают движение к гибкости: с 2018 года объем обмена гидрологической информацией между странами региона вырос на 35%, по оценкам Европейской экономической комиссии ООН (ЕЭК ООН). Однако прогресс тормозит отсутствие единого регионального органа с реальными полномочиями. МКВК, созданная в 1993 году, имеет бюджет всего 2 миллиона долларов в год и не может навязывать решения, что делает ее скорее площадкой для диалога, чем регулятором.

В Южной Азии ситуация иная: управление трансграничными реками опирается на долгосрочные договоры, но осложняется политической напряженностью. Договор по реке Инд между Индией и Пакистаном, подписанный в 1960 году при посредничестве Всемирного банка, остается одним из самых устойчивых соглашений в регионе. Он делит шесть притоков Инда: Индия получила контроль над восточными реками (Сатледж, Биас, Рави) с объемом стока около 33 миллиардов кубометров, а Пакистан — над западными (Инд, Джелам, Чинаб) с 167 миллиардами кубометров. За 63 года действия договора стороны провели 118 совместных инспекций плотин и каналов, а споры, такие как строительство плотины Кишан в 2018 году, решались через арбитраж в Гааге. Тем не менее, в 2023 году Пакистан зафиксировал снижение стока Инда на 12% из-за новых индийских проектов, что обострило риторику Исламабада о «водной войне».

Ганг-Брахмапутра в Южной Азии демонстрирует другой подход. Индия и Бангладеш в 1996 году заключили договор о распределении стока Ганга, гарантировав Дакке минимум 991 кубометр в секунду в сухой сезон (январь–май). Однако за последние 10 лет Индия увеличила число плотин в верховьях с 14 до 23, что сократило приток в Бангладеш на 8%, по данным Совместной речной комиссии (JRC). В отличие от Центральной Азии, здесь нет активного обмена данными: в 2022 году JRC провела лишь две встречи, а Индия предоставила лишь 60% требуемой гидрологической информации. Это подчеркивает проблему: Южная Азия полагается на устаревшие рамки, которые не учитывают современные вызовы, такие как таяние гималайских ледников, обеспечивающих 40% стока Ганга.

Климатический фактор усиливает различия в подходах. В Центральной Азии ледники Памира и Тянь-Шаня, питающие Амударью и Сырдарью, потеряли 28–38% массы с 1957 по 2010 годы, а темпы таяния достигли 1% в год, по данным ПРООН. Это вынуждает страны региона искать адаптивные решения: в 2023 году Казахстан и Узбекистан начали проект по защите Приташкентского водоносного горизонта, вложив 5 миллионов долларов в мониторинг подземных вод. В Южной Азии таяние Гималаев идет быстрее — 0,6 метра в год, что увеличило сток Инда на 7% с 2000 по 2020 годы, но грозит долгосрочным истощением. Индия инвестировала 1,2

миллиарда долларов в строительство 50 новых плотин за последние пять лет, усиливая контроль над ресурсами, тогда как Пакистан и Бангладеш остаются в роли реципиентов без сопоставимых инициатив.

Энергетический аспект тоже разделяет регионы. В Центральной Азии Таджикистан и Кыргызстан, владеющие 70% водных ресурсов региона, производят 19 ГВт гидроэнергии в год, но экспортируют лишь 10% из-за слабой инфраструктуры. Проект CASA-1000, запущенный в 2016 году с бюджетом 1,2 миллиарда долларов, должен был поставить 1300 МВт в Афганистан и Пакистан, но к 2025 году реализован лишь на 60% из-за политической нестабильности. В Южной Азии Индия использует гидропотенциал Инда и Ганга на 35 ГВт, что составляет 9% ее энергобаланса, но Пакистан задействует лишь 13% потенциала Джелама и Чинаба (7 ГВт), теряя ежегодно 2 миллиарда долларов из-за нехватки мощностей.

Институциональная разница бросается в глаза. Центральная Азия, несмотря на слабость МКВК, продвигает региональный диалог: в 2023 году в Ташкенте прошел семинар с участием 30 международных экспертов, где предложили создать «Парки мира» вдоль Сырдарьи с инвестициями в 200 миллионов долларов. Южная Азия же страдает от фрагментации: Южноазиатская ассоциация регионального сотрудничества (СААРК) не провела саммит с 2014 года из-за конфликта Индии и Пакистана, а бюджет организации в 2023 году составил всего 18 миллионов долларов против 500 миллионов у ЕЭК ООН, поддерживающей Центральную Азию. Это ограничивает возможности совместных проектов, таких как предложенная в 2019 году сеть гидропостов вдоль Ганга за 150 миллионов долларов, которая так и не стартовала.

Экономические приоритеты тоже отличаются. В Центральной Азии ирригация доминирует: 80% воды Амударьи и Сырдарьи уходит на полив, поддерживая 40% ВВП региона (около 120 миллиардов долларов в 2023 году). В Южной Азии сельское хозяйство потребляет 90% стока Инда и Ганга, но промышленность Индии, генерирующая 400 миллиардов долларов в год, все больше зависит от гидроэнергии. Пакистан, напротив, теряет 1,5 миллиарда долларов ежегодно из-за наводнений в дельте Инда, не инвестируя в защитные сооружения, что контрастирует с узбекскими проектами по укреплению берегов Амударьи за 50 миллионов долларов с 2020 года.

Социальные последствия подчеркивают разрыв. В Центральной Азии дефицит воды затронул 5 миллионов фермеров в бассейне Арала с 2000 года, но программы обучения водосбережению охватили 200 тысяч человек за пять лет. В Южной Азии 120 миллионов жителей Бангладеш пострадали от засоления дельты Ганга с 2010 года, а Индия переселила 300 тысяч человек из зон затопления за тот же период, не предложив систем-

ных решений. Это отражает разницу в гибкости: Центральная Азия адаптируется через локальные инициативы, Южная Азия — через реактивные меры.

В итоге Центральная Азия движется к кооперации, пусть и медленно, с акцентом на двусторонние договоренности и климатическую адаптацию. Южная Азия застряла в исторических рамках, где политические амбиции Индии и уязвимость соседей тормозят прогресс. За 2020–2023 годы Центральная Азия привлекла 1,5 миллиарда долларов международных инвестиций в водный сектор против 800 миллионов в Южной Азии, что говорит о разной степени открытости. Вопрос в том, смогут ли регионы выйти за пределы своих подходов, чтобы справиться с общим вызовом — водой, которой становится все меньше.

Вода, реформы и нестабильность на Ближнем Востоке¹²

На Ближнем Востоке вода всегда была вопросом выживания. На протяжении веков цивилизации либо процветали, либо исчезали в зависимости от их способности добывать и распределять этот драгоценный ресурс. Однако сегодня регион, известный своей изобретательностью и умением адаптироваться к дефициту, сталкивается с водным кризисом, который серьезнее, сложнее и политически напряженнее, чем когда-либо прежде. Согласно новому отчету Центра стратегических и международных исследований (CSIS) под названием «Жажда власти: вода и политика на Ближнем Востоке», дефицит водных ресурсов уже не проблема будущего — это ускоряющийся кризис. По прогнозам, к 2050 г. каждая страна Ближнего Востока и Северной Африки будет страдать от «чрезвычайно высокого» дефицита воды.

Отчет рисует тревожную картину. Реки, некогда питавшие могущественные империи — Тигр, Евфрат, Иордан — превратились в слабые потоки. Подземные воды, долгое время считавшиеся надежным запасом, исчезают с пугающей скоростью. Даже легендарное Мертвое море с 2000 г.

¹² Источник: Water, reform, and fragility in the Middle East / <https://smartwatermagazine.com/news/smart-water-magazine/water-reform-and-fragility-middle-east>
Опубликовано 27.03.2025

обмелело на высоту семиэтажного здания. Последствия колоссальны: деградация окружающей среды, угроза продовольственной безопасности, экономическая стагнация и нарастающая вероятность социальных потрясений. Однако, как подчеркивает отчет, эти катастрофические последствия — не просто неизбежные природные явления. Они являются результатом политических решений.

Вода на Ближнем Востоке — не просто ресурс, а глубоко политизированный инструмент. Несмотря на изобилие технологических решений — от опреснения до переработки воды — их внедрение сталкивается с барьерами неэффективного управления, коррупции и затяжных конфликтов. Многие правительства региона продолжают рассматривать воду не как ограниченный и ценный ресурс, а как средство политического манипулирования: субсидируя ее для поддержания лояльности, управляя ею в интересах элит или ограничивая доступ к ней в качестве рычага давления на оппонентов. Попытки реформ часто откладываются или смягчаются из-за опасений, что новые тарифы или строгие нормативы вызовут народное недовольство. Иногда эти опасения оправданы. Десятилетиями людям внушали, что вода — это не товар, а неотъемлемое право. Однако по мере того, как реки пересыхают, а водоносные горизонты истощаются, эта риторика становится не просто устаревшей, а опасной.

Отчет CSIS не останавливается на абстракциях. Вместо этого он строит свой анализ на четырех детально рассмотренных примерах — северо-восточная Сирия, йеменское нагорье, южный Ирак и Иордания — каждый из которых демонстрирует, что дефицит воды является одновременно и следствием, и движущей силой политической нестабильности. Это не просто технические случаи, а окна в реальность миллионов людей, ежедневно сталкивающихся с последствиями неэффективного управления, провальной дипломатии и региональной нестабильности.

Например, на северо-востоке Сирии и в Йемене негосударственные вооруженные группы контролируют обширные территории, где практически отсутствуют международное право, базовые услуги и долгосрочное планирование. Гуманитарные организации пытаются восполнить этот пробел — бурят скважины, доставляют воду, раздают насосы — но это лишь чрезвычайные меры, а не устойчивые системы. Международное сообщество нередко ждет мирных соглашений или политических переходов, прежде чем приступить к реформе водного сектора. Однако в отчете CSIS подчеркивается, что вода должна быть не второстепенным аспектом, а ключевым элементом любых будущих соглашений о стабилизации и восстановлении.

История Ирака — это не история краха, а история упадка. Когда-то страна была благословлена двумя из самых легендарных рек в истории, но

сегодня ее южные регионы страдают от засоления и ухудшения экологической обстановки. Вековые методы орошения, усугубленные десятилетиями коррупции и неэффективного управления, превратили воду в обилие, существующее лишь в воспоминаниях. Южные города, такие как Басра, где кризис ощущается наиболее остро, сталкиваются с растущей напряженностью из-за ухудшающегося качества и доступности воды. Авторы отчета утверждают, что, хотя реформы на национальном уровне остаются политически сложными, локальные и муниципальные инициативы — особенно в области сетей питьевой воды и городской адаптации — могут предложить практический путь вперед.

Иордания представляет собой иной тип испытания: относительно стабильное государство, испытывающее колоссальное внешнее давление. Будучи одной из самых засушливых стран мира, она давно осознает свою водную уязвимость. Однако приток беженцев, застопорившееся региональное сотрудничество и хроническое недофинансирование поставили страну в неустойчивое положение. Отчет предлагает осторожную дорожную карту, подчеркивая необходимость постепенных и прозрачных реформ, а также расширения прав и возможностей на местном уровне. Особенно важно, что в нем делается акцент на том, что Иордания должна сосредоточиться на укреплении внутренней устойчивости, а не надеяться на гипотетические прорывы в региональной водной дипломатии.

Все эти примеры объединяет одно: дефицит воды — это не просто техническая, а глубоко политическая проблема. А раз она политическая, ее решение требует учета власти, стимулов и институциональной динамики. Авторы книги «Жажда власти: вода и политика на Ближнем Востоке» не предлагают простых решений. Вместо этого они описывают политически осуществимые меры, начиная с понимания того, кто обладает влиянием, кто выигрывает от статус-кво и как можно изменить существующую систему стимулов. В одних случаях это может означать вовлечение влиятельных фермеров или отраслей в новые водные механизмы. В других — разработку небольших проектов, которые приносят ощутимую пользу местным сообществам и одновременно укрепляют доверие к реформам.

Возможно, самый важный вывод доклада — отказ от стратегии ожидания. Политики и международные организации часто воспринимали реформу водного сектора как нечто, что можно отложить — до окончания конфликта, до выборов, до восстановления стабильности. Однако эта стабильность может так и не наступить, а если и наступит, то слишком поздно, чтобы предотвратить катастрофу. Во многих регионах водный кризис уже наступил. И, откладывая сложные, но необходимые решения, правительства и доноры лишь усугубляют проблему.

Рекомендации адаптированы к каждому конкретному случаю, но включают в себя следующие меры:

- Стимулирование, вовлечение или сдерживание тех, кто может препятствовать необходимым реформам водопользования — от фермеров до промышленности. Например, проект, предложенный для южного Ирака, нацелен на обеспечение чистой и доступной воды с окупаемостью инвестиций, одновременно интегрируя в процесс потенциально деструктивные силы.
- Преобразование трансграничного водопользования из конфликтной модели с нулевой суммой в сферу взаимовыгодных и устойчивых соглашений.
- Усиление дипломатических усилий, направленных на поощрение более влиятельных государств, расположенных выше по течению, к взаимодействию с теми, кто находится ниже по течению.
- Снижение зависимости от многосторонних проектов, когда усилившаяся региональная напряженность делает устойчивое сотрудничество невозможным. В главе, посвященной Иордании, анализируются причины, по которым такие инициативы редко приводили к успеху, и рассматриваются варианты действий для страны.
- Разрабатывать и ставить в приоритет конкретные проекты, способные незамедлительно улучшить водную и продовольственную безопасность, а также ситуацию в сфере здравоохранения. Авторы глав о Йемене и Сирии рекомендуют ряд мелкомасштабных инициатив, которые могут позитивно повлиять на местные сообщества и способствовать миростроительству.
- Восстанавливать доверие между сообществами и их правительствами через прозрачное информирование о необходимости и ходе реализации реформ. Пример Иордании, где обсуждалось повышение тарифов на воду, демонстрирует, что поэтапные и открытые реформы могут привести к успешным результатам.

Авторы напоминают: вода — это не просто ресурс. Она играет ключевую роль в жизни, достоинстве и мире. Однако на Ближнем Востоке она с каждым днем становится все более дефицитной, все более спорной и все менее доступной. При этом сам по себе дефицит воды не ведет к конфликтам — их порождает неэффективное управление. Бесконтрольная коррупция и неспособность принимать сложные решения превращают засухи в катастрофы. Если регион хочет не только пережить этот кризис, но и выйти из него более устойчивым, он должен пересмотреть свое отношение к воде. Она должна рассматриваться не просто как экологическая или гума-

нитарная проблема, а как ключевой элемент политической реформы, национальной безопасности и регионального сотрудничества.

Отчет не предлагает простых решений, но призывает к необходимому переосмыслению. Он напоминает, что, хотя запасы воды на Ближнем Востоке истощаются, время еще не упущено. То, что произойдет дальше, зависит не только от науки и инженерии, но и от лидерства — и смелости действовать, пока краны окончательно не пересохли.

Китай расширяет пилотный проект платы за водные ресурсы, превращая его в полноценную налоговую реформу¹³

Стремясь обеспечить более надежное управление водными ресурсами и водную безопасность для населения и экономики, Китай в 1988 г. принял Закон о водных ресурсах (Закон о воде). Этот закон стал ключевым инструментом для регулирования использования водных ресурсов. Одним из его важнейших положений стало введение платы за пользование водными ресурсами, направленной на усиление контроля и управления водопользованием. В 2016 г. правительство Китая инициировало переход от системы платы за водопользование к налогообложению водных ресурсов. В данной статье Дунлян Шэнь и его коллеги обсуждают, как осуществлялся этот переход, почему он был необходим и каким образом он способствовал более эффективному и устойчивому управлению водными ресурсами, а также их сохранению. Учитывая, что эта реформа охватывает регионы с населением более 1,4 млрд человек (почти 18% мирового населения), она является одной из самых масштабных и амбициозных налоговых реформ в сфере водных ресурсов. Однако ее реализация сопровождается значительными вызовами, связанными с региональными, экономическими и нормативными различиями (Центральное народное правительство КНР, 2024).

Дефицит воды, неравномерное распределение водных ресурсов и частые засухи долгое время препятствовали экологической и экономической устойчивости Китая. В ответ на эти вызовы в 1988 г. был принят Закон о

¹³ Источник: China expands pilot water resource fees into a tax reform / <https://www.globalwaterforum.org/2025/03/13/china-expands-pilot-water-resource-fees-into-a-tax-reform/> Опубликовано 13.03.2025

водных ресурсах, который предусматривал взимание платы за непосредственную добычу подземных вод городами с целью содействия рациональному использованию и эффективному управлению водными ресурсами.

Постепенно в различных регионах страны были реализованы соответствующие меры, что способствовало формированию относительно систематизированной системы взимания платы за воду. В 2016 г., учитывая накопленный региональный опыт, Китай инициировал преобразование политики платы за водопользование в налоговую реформу (Закон о налоге на ресурсы Китая, 2020). Реформа недавно вышла за пределы десяти пилотных провинций и была масштабирована на всю страну (China Youth Daily, 2024).

Положение о безопасности водных ресурсов

В глобальном масштабе дефицит водных ресурсов и их загрязнение становятся все более острыми проблемами. Разные страны внедряют экономические стимулы, такие как налоги и административные сборы, чтобы регулировать водопользование и поощрять экономию воды. **Рамочная директива Европейского союза по водным ресурсам** (ЕС, 2000) поддерживает использование экономических инструментов, включая сборы и налоги на воду, с целью сокращения спроса на водные ресурсы и снижения уровня загрязнения (Европейская комиссия, 2000).

В Китае, где дефицит воды остается серьезной проблемой, эффективное управление водными ресурсами играет ключевую роль в обеспечении здоровья населения, охране окружающей среды и поддержании экономического роста (Лин и Чэнь, 2021). Для рационального использования и контроля водных ресурсов Китай разработал систему лицензирования водопользования и взимания платы за использование воды. Эта система распространяется на всех водопользователей, за исключением:

- мелкомасштабного бытового и сельскохозяйственного водопользования
- временного аварийного водозабора в целях общественной безопасности или защиты окружающей среды
- использования воды сельскими коллективными экономическими организациями (Национальное бюро статистики Китая, 2024).

Реализация пилотного проекта

С целью дальнейшей стандартизации распределения водных ресурсов, а также содействия их сохранению и рациональному использованию, правительство Китая разработало поэтапный план перехода от системы платы за водопользование к налоговой реформе (Государственное налоговое управление Китая, 2024). В целом, этот план включает три ключевых этапа.

Первый этап (2016 г.): Пилотный проект в провинции Хэбэй. В 2016 г. Министерство финансов Китая и Государственное налоговое управление совместно выпустили уведомление о содействии реформе налогообложения водных ресурсов (Государственное налоговое управление Китая, 2024). В рамках этой инициативы были введены временные меры по реализации пилотного проекта налоговой реформы, и впервые реформа была опробована в провинции Хэбэй (У и Чжан, 2022). Выбор провинции Хэбэй в качестве первого пилотного региона был обусловлен несколькими ключевыми факторами: острый дефицит водных ресурсов, высокая необходимость в мерах по водосбережению, стратегическое расположение в регионе Пекин-Тяньцзинь-Хэбэй и его демонстрационный эффект, прочная политическая база для проведения реформ, управляемые риски внедрения реформы (Чжун и Ван, 2023). Этот пилотный проект позволил протестировать модель налогообложения водных ресурсов, адаптированную к национальным условиям Китая, и предоставить ценный опыт для масштабирования реформы на всю страну. Он охватывал как поверхностные, так и подземные воды, с установлением конкретных квот на взимание налогов.

Квоты на водопользование не были одинаковыми для всех категорий потребителей. В рамках реформы налогообложения водных ресурсов провинции Хэбэй различные пользователи подпадали под разные нормы в зависимости от таких факторов, как тип отрасли, источник воды и местные условия водного дефицита. Например: сельскохозяйственные водопользователи получали более гибкие квоты, поскольку орошение играет ключевую роль в продовольственном производстве. Промышленные и коммерческие водопользователи сталкивались с более строгими квотами и более высокими налоговыми ставками, особенно если их потребление превышало выделенный лимит. Забор воды сверх установленного лимита облагался дополнительным налогом в размере от 1 до 3 раз от базовой ставки. Забор подземных вод в районах с критическим дефицитом облагался еще более высокими налогами. В таких случаях правительство провинции Хэбэй рекомендовало шкалу ставок в диапазоне от 2 до 5 раз от стандартной, подлежащую утверждению Министерством финансов и профильными ведом-

ствами. При этом уровень налогообложения для обычного водопользования в повседневном производстве и бытовом секторе оставался неизменным. Такая дифференцированная система была направлена на стимулирование экономии воды, содействие устойчивому использованию водных ресурсов и защиту подземных вод, подверженных чрезмерной эксплуатации. В то же время она обеспечивала удовлетворение базовых потребностей, включая потребности сельского хозяйства. Предполагалось, что этот пилотный проект будет постепенно расширяться на другие регионы, а затем – при благоприятных условиях – на всю страну.

Второй этап (2017 г.): расширение на десять провинции. В 2017 г. Министерство финансов Китая, Государственное налоговое управление и Министерство водных ресурсов совместно опубликовали документ «Меры по реализации расширенного пилотного проекта налогообложения водных ресурсов» (Государственное налоговое управление Китая, 2024). В рамках этого этапа пилотная реформа налогообложения водных ресурсов была распространена с одной провинции (Хэбэй) на десять, включая Пекин, Тяньцзинь и Хэнань. При этом для каждой провинции были установлены индивидуальные налоговые ставки с учетом доступности водных ресурсов. На основе таких факторов, как общий объем водных ресурсов, степень их дефицита, модели водопользования, уровни потребления, степень чрезмерной эксплуатации подземных вод и климатические условия, были определены минимальные средние налоговые ставки как для поверхностных, так и для подземных вод. Основная цель этого этапа заключалась в содействии устойчивому водопользованию и защите дефицитных водных ресурсов.

Третий этап (2024 г.): Национальное внедрение. В 2024 г. Министерство финансов, Государственное налоговое управление и Министерство водных ресурсов Китая опубликовали документ «Меры по реализации пилотной реформы налогообложения водных ресурсов», в котором было объявлено о внедрении преобразования системы платы за водопользование в налог на общенациональном уровне (Государственное налоговое управление Китая, 2024). Документ установил минимальные налоговые ставки на водные ресурсы для всех провинций, предоставив им право самостоятельно определять конкретные ставки с учетом местной водообеспеченности, уровня экономического развития и потребностей в сохранении водных ресурсов, при условии, что они не будут ниже установленного минимума. Для поверхностных и подземных вод были зафиксированы минимальные средние налоговые ставки. При установлении налоговых ставок провинции обязаны учитывать необходимость водосбережения и стимулирования эффективного и ответственного водопользования. Однако даже если регион стремится поддержать местную экономическую деятельность, снижая налоговую нагрузку на водопользователей, ему запрещено устанавливать

ставки ниже национального минимального порога. Это требование обеспечивает единый стандарт налогообложения, предотвращая чрезмерное водопотребление и способствуя устойчивому использованию водных ресурсов.

Провинции также обязаны устанавливать повышенные налоговые ставки для четырех категорий водопользования: забор подземных вод (по сравнению с поверхностными водами для аналогичных нужд), использование воды в регионах с острым дефицитом или чрезмерной эксплуатацией, несанкционированный или избыточный забор, а также водопользование в определенных секторах, таких как автомойки, бани, поля для гольфа и горнолыжные курорты. Эти принципы были впервые заложены в пилотном проекте 2016 г. и затем расширены в ходе текущего этапа реформы. Первоначально пилотный проект служил тестовой площадкой для налогообложения водных ресурсов в одной провинции — Хэбэй. Со временем он трансформировался в общенациональную политику, включающую более высокие налоги на нерациональное водопользование, большую гибкость для региональных властей и усиленные стимулы для сохранения водных ресурсов.

Основные характеристики реформы налогообложения водных ресурсов 2024 года

Эта реформа обладает рядом ключевых особенностей.

Межведомственное сотрудничество

Реформа налогообложения водных ресурсов затрагивает сразу несколько государственных ведомств Китая, и ее успешная реализация зависит от их эффективного взаимодействия. Еще до расширения пилотной программы Министерство финансов, Государственное налоговое управление и Министерство водных ресурсов активно сотрудничали, пересматривая и совершенствуя «Меры по реализации пилотной реформы налогообложения водных ресурсов».

Чиновники Министерства финансов, Государственного налогового управления и Министерства водных ресурсов подчеркнули, что реализация пилотной реформы по всей стране, направленной на преобразование платы за водопользование в налог, является масштабной по охвату, технически сложной и вызывающей значительный общественный интерес. Чтобы обеспечить плавное и организованное внедрение реформы, фискальные, налоговые и водохозяйственные ведомства на всех уровнях будут адаптировать свои действия с учетом местных условий. Они задействуют различ-

ные медиа-платформы для предоставления налогоплательщикам разъяснений политики и практических рекомендаций, чтобы гарантировать понимание налоговой системы, корректное декларирование и соблюдение процедур. Этот подход направлен на повышение осведомленности общества и точность реализации политики. Помимо этого, будет создан координационный механизм между налоговыми и водохозяйственными службами для обмена данными о налогоплательщиках. Также предусмотрено усиление мониторинга и методического руководства пилотными проектами в каждой провинции, оперативное подведение итогов и оценка результатов, а также предоставление регионам рекомендаций по выполнению их задач и обязанностей.

Налоговый контроль, с учетом региональных особенностей

Такой подход к контролю не только предотвращает неустойчивое водопользование, но и способствует справедливому распределению водных ресурсов между регионами. Региональная дифференциация налоговых ставок означает, что в районах с острым дефицитом воды, например, в засушливых северных провинциях, устанавливаются более высокие ставки, чем в регионах с обильными водными ресурсами, таких как южные территории. Эта политика предоставляет провинциям возможность адаптировать налоговую структуру в соответствии с местными условиями, сохраняя при этом единое соответствие национальным целям по сохранению водных ресурсов.

Доходы от налога на водные ресурсы направляются в бюджеты местных органов власти, что дает им возможность реинвестировать средства в проекты по сохранению водных ресурсов и экологические инициативы. Это стимулирует региональные власти к активному внедрению мер по управлению водными ресурсами, повышая их подотчетность и эффективность.

Причины расширения пилотного проекта

Существует три ключевые причины для расширения пилотного проекта.

Эффективность политики

С точки зрения механизмов регулирования, налогообложение имеет определенные преимущества перед административными сборами. Его обязательный и фиксированный характер делает систему более экономически

эффективной. В китайском законодательстве последствия неуплаты налогов и административных сборов различны. Уклонение от уплаты налогов на водные ресурсы влечет за собой значительно более строгие санкции, вплоть до уголовного наказания и тюремного заключения. В то же время за неуплату административных сборов уголовное преследование не предусмотрено. Благодаря обязательности и жесткости исполнения, налогообложение обеспечивает стабильный и устойчивый источник финансирования, что повышает экономическую эффективность. Взимание налога на водные ресурсы налоговыми органами обладает большей обязательной силой и строгим механизмом исполнения по сравнению со сборами за водопользование, администрируемыми водохозяйственными ведомствами.

Успешные пилотные проекты в провинциях

С точки зрения практической реализации реформы, переход от платы за водные ресурсы к налогообложению в десяти пилотных провинциях был успешным. Налог на водные ресурсы представляет собой усовершенствованную версию платы за водопользование, его ключевая цель — содействие сохранению водных ресурсов и защита окружающей среды. Это достигается путем повышения налоговых ставок и использования преимуществ более сильной правовой базы и строгого механизма исполнения. Результаты пилотных проектов подтвердили, что налог на водные ресурсы: укрепляет управление и защиту водных ресурсов, оптимизирует их распределение, поддерживает промышленную трансформацию и модернизацию, стимулирует экономию и эффективное использование воды, способствует охране окружающей среды и восстановлению экосистем, обеспечивает устойчивое экономическое и социальное развитие.

Например, для повышения эффективности использования воды некоторые отрасли в пилотных регионах внедрили различные меры по водосбережению, включая: внедрение водосберегающих технологий, использование энергоэффективного оборудования и переработку и повторное использование водных ресурсов. Эти меры существенно сократили водные потери. В провинции Сычуань результаты реформы особенно заметны: промышленное водопользование снизилось с 5 млрд м³ в 2017 г., (когда началась реформа), до 2 млрд м³ в 2022 г. Добыча подземных вод уменьшилась с 1,183 млрд м³ до 0,592 млрд м³. В Сычуани в 2023 г. потребление воды на 10 000 юаней ВВП составило 43,26 м³, что на 10,9% ниже, чем в 2020 году. Водопотребление на 10 000 юаней промышленной добавленной стоимости снизилось до 13,13 м³, что на 25,1% ниже, чем в 2020 г. (Национальное бюро статистики Китая, 2024).

Юридический мандат

С правовой точки зрения, Закон Китая о налоге на ресурсы устанавливает сроки для реализации налоговой реформы (Центральное народное правительство КНР, 2024). Согласно этому закону, который вступил в силу 1 сентября 2020 г., Государственный совет обязан: в течение пяти лет после начала действия закона доложить Постоянному комитету Всекитайского собрания народных представителей о результатах пилотного проекта; на основе полученных данных предложить поправки к закону. Это положение не только обеспечивает правовую основу для расширения пилотного проекта, но и устанавливает крайний срок завершения реформы — 1 сентября 2025 г.

Проблемы расширения пилотного проекта налогообложения водных ресурсов

В целом, расширение Китаем пилотного проекта налогообложения водных ресурсов положительно сказывается на сохранении водных ресурсов и защите окружающей среды. Однако, для достижения максимальной эффективности и справедливого внедрения, необходимо учитывать региональные различия. В этом процессе выделяются пять ключевых проблемных областей, которые требуют особого внимания.

Региональные экономические различия

Реформа налогообложения водных ресурсов в масштабах всей страны сталкивается с серьезными вызовами, связанными с значительными региональными экономическими различиями и неравномерным распределением водных ресурсов по территории Китая. Вода распределена неравномерно, и это создает разные условия для реализации политики в различных регионах. Например, южные регионы Китая, обладающие обильными водными ресурсами, могут устанавливать низкие налоговые ставки, что снижает стимулы для экономии воды. В то же время северные районы, испытывающие острый дефицит водных ресурсов, нуждаются в более строгих налоговых стандартах.

Меры по реализации пилотного проекта устанавливают различные минимальные средние налоговые ставки на водные ресурсы для разных провинций (Государственное налоговое управление Китая, 2024 г.). Самая высокая ставка в Пекине: поверхностные воды облагаются налогом в размере 1,6 юаня за 1 м³, а подземные воды — 4 юаня за 1 м³. Напротив, в таких обильных водой провинциях, как Сычуань и Фуцзянь, минимальные ставки составляют всего 0,1 юаня за 1 м³ для поверхностных вод и 0,2 юаня за 1 м³ для подземных вод.

ня за 1 м³ для подземных вод (Государственное налоговое управление Китая, 2024 г.). В разных провинциях налоговые ставки на поверхностные воды различаются до 16 раз, а налоговые ставки на подземные воды — до 20 раз.

Эксплуатационные расходы

Налог на водные ресурсы в определенной степени увеличил затраты на водопользование, особенно в секторах с высоким уровнем водопотребления. Для традиционных отраслей, зависящих от водных ресурсов, таких как сельское хозяйство, химическая промышленность и производство, введение налога может сократить прибыль и замедлить местное экономическое развитие. Кроме того, для малых и средних предприятий дополнительная финансовая нагрузка может усложнить их деятельность, снизить рентабельность и даже поставить под угрозу их устойчивость.

Обеспечение соблюдения и мониторинг

С расширением пилотной программы на всю страну возрастут требования к точному учету и управлению водными ресурсами. Для интеграции данных и повышения эффективности контроля за водопотреблением потребуется связывание информации о водопользовании с налоговой системой, что, в свою очередь, потребует установки более точных счетчиков как для подземных, так и для поверхностных вод. Это, вероятно, приведет к увеличению операционных расходов, зависящих от решений местных органов власти. Кроме того, разработка механизмов регулирования для различных категорий водопользователей и обеспечение справедливого налогообложения потребуют дополнительных усилий со стороны налоговых органов.

Выравнивание цен на воду и налогов

В ряде провинций сохраняются низкие цены на воду, что затрудняет отражение реального дефицита водных ресурсов и снижает эффективность налога на водные ресурсы как инструмента водосбережения. Для стимулирования рационального использования воды и достижения целей реформы необходимо синхронизировать ценовую и налоговую политику. Кроме того, следует рассмотреть меры поддержки для домохозяйств с низкими доходами и уязвимых групп населения, чтобы обеспечить справедливость и предотвратить возможные негативные экономические последствия. Параллельно требуется постоянный мониторинг и оценка совокупного влияния цен на воду и налогов на водные ресурсы, чтобы своевременно корректи-

ровать политику и повышать ее эффективность в вопросах водосбережения.

Признание со стороны общественности и бизнеса

Для местных компаний, отдельных отраслей и граждан внедрение налога на водные ресурсы требует времени на адаптацию. Повышение затрат, вызванное налоговой нагрузкой, может особенно сильно сказаться на сельском хозяйстве, увеличивая расходы фермеров и потенциально вызывая их недовольство. Важно не только учитывать экономические последствия реформы, но и активно повышать осведомленность общества о необходимости сохранения водных ресурсов и защиты окружающей среды. Долгосрочный успех системы налогообложения водных ресурсов во многом зависит от уровня общественной поддержки и понимания ее целей.

Опыт реформы

С развитием реформы налогообложения водных ресурсов от пилотных программ к общенациональной политике были извлечены несколько ключевых уроков:

1. **Подтверждение регулирующего эффекта налогообложения.** Пилотные программы показали, что **налог на водные ресурсы эффективно способствует рациональному водопользованию**, особенно предотвращая чрезмерную эксплуатацию подземных вод.
2. **Проблемы системы налогообложения и правоприменения.** Различные условия водных ресурсов в регионах привели к значительным **различиям в налоговых ставках и механизмах их исполнения**. Обеспечение баланса между гибкостью налогообложения и его справедливостью остается серьезной задачей. В некоторых районах **недостаток точных технологий учета и мониторинга усложняет точное взимание налогов**. Для успешного развития реформы критически важно **укрепление инфраструктуры учета водных ресурсов и создание единой национальной системы управления данными**.
3. **Баланс между местными бюджетными интересами и сохранением водных ресурсов.** Поскольку доходы от налога на водные ресурсы поступают в распоряжение местных властей, важно гарантировать, что эти **средства направляются именно на проекты по сохранению водных ресурсов и охране окружающей среды**, а не на общие бюджетные расходы. В некоторых провинциях **налоговые**

поступления уже инвестируются в инициативы по экономии и переработке воды, однако эти практики требуют дальнейшего документирования и активного продвижения в качестве примеров успешного управления ресурсами.

4. **Влияние на экономическую деятельность.** Реформа повысила осведомленность предприятий о необходимости экономии воды, побудив их внедрять водосберегающие технологии и оптимизировать производственные процессы. Однако для водоемких отраслей, таких как сельское хозяйство и обрабатывающая промышленность, достижение баланса между целями водосбережения и дополнительной налоговой нагрузкой остается сложной политической задачей.
5. **Необходимость внесения изменений в правовую базу.** С развитием реформы несколько провинций отметили потребность в более четком нормативно-правовом регулировании, касающемся механизмов корректировки налоговых ставок и межрегиональной координации. Это свидетельствует о том, что после 2025 г. могут потребоваться поправки к Закону о налоге на ресурсы, чтобы устранить возникающие проблемы и обеспечить эффективное внедрение реформы по всей стране.
6. Реформа налога на водные ресурсы достигла значительных успехов, однако в процессе ее реализации были выявлены практические проблемы, требующие решения. Извлеченные уроки станут основой для возможных правовых поправок после 2025 г., что позволит обеспечить научно обоснованное и эффективное функционирование налоговой системы.

Америка

Экстремальные колебания температуры рек: данные из открытых источников выявляют неожиданные закономерности¹⁴

Недавнее исследование выявило значительные колебания температуры речной воды на территории США. Особенно нестабильные изменения наблюдаются на реках, регулируемых плотинами, где температура воды меняется чаще и менее предсказуемо.

Анализ был основан на общедоступных национальных данных Геологической службы США. Эти сведения играют ключевую роль в изучении изменений окружающей среды в разных регионах и со временем, особенно в условиях глобального потепления и возрастающего антропогенного влияния.

В рамках исследования ученые использовали 15-летний массив данных о температуре речной воды с высоким пространственным разрешением, проведя первый в своем роде анализ на глобальном уровне. В отличие от традиционных исследований, сосредоточенных на экстремальных или средних значениях температуры, авторы изучили динамику температурных изменений. Этот подход позволяет лучше понять, насколько быстро организмы могут адаптироваться к новым условиям или находить безопасные места для выживания.

Доктор Джеймс С. Уайт из Бирмингемского университета отметил, что полученные результаты позволяют глубже понять динамику быстрых изменений температуры речной воды. Он подчеркнул, что эти данные могут будущим исследованиям выяснить, каким образом различные источники воды и климатические условия влияют на вероятность и характеристики подобных явлений. Ученый также указал, что представленные в исследовании доказательства имеют решающее значение для разработки более эффективных стратегий управления окружающей средой. В частности, речь идет о таких мерах, как контроль сбросов воды через плотины

¹⁴ Источник: River water temperatures swing hot to cold: open-source data reveals surprising patterns / <https://smartwatermagazine.com/news/university-birmingham/river-water-temperatures-swing-hot-cold-open-source-data-reveals> Опубликовано 25.03.2025

или озеленение берегов рек, что приобретает все большую важность в условиях изменения климата.

Недавнее исследование, опубликованное в журнале *Environmental Research*, выявило распространенность быстрых температурных колебаний: на 88 из 102 обследованных станций было зафиксировано 6507 случаев резкого повышения и 4787 случаев резкого понижения температуры воды.

Одним из наиболее удивительных открытий стало то, что как повышение, так и понижение температуры воды варьировались в широком диапазоне — от почти замерзающих значений до свыше 40 °C в некоторых геотермальных районах. Исследователи отметили случаи, когда температура воды изменялась более чем на 18 °C в рамках одного события, что превышает ранее зафиксированные экстремальные тепловые сдвиги по всему миру.

Кроме того, ученые сообщили о значительных региональных различиях в температурных колебаниях рек на территории США. Они указали, что в западных штатах, таких как Калифорния и Орегон, подобные изменения происходят реже. В этих регионах подъемы и спады уровня воды в основном были связаны с засухами и тепловыми волнами.

В отличие от западных регионов, быстрые температурные изменения оказались более распространены в бассейне реки Верхний Колорадо, расположенном в центрально-западной части США. Исследователи предполагают, что на это повлияла комбинация высокой засушливости и таяния горных снегов. Частые скачки и падения температуры также наблюдались в юго-восточных штатах, таких как Флорида и Джорджия, что, вероятно, связано с регулярными штормовыми явлениями.

Профессор гидрологии и заведующий кафедрой ЮНЕСКО по водным наукам в Университете Бирмингема Дэвид Ханна отметил, что использование долгосрочных данных национального масштаба позволило продемонстрировать широкую распространенность температурных скачков и падений в речных системах. Он подчеркнул, что исследование помогло выявить реки, наиболее подверженные резким температурным колебаниям. По его словам, это является важным шагом на пути к точному определению мест и периодов, в которых следует применять меры для смягчения таких изменений, чтобы защитить уязвимые водотоки и повысить их климатическую устойчивость.

Европа

Соблюдает ли Европейский Союз Рамочную директиву по водным ресурсам? Анализ состояния водных ресурсов в Европе¹⁵

Лаура Сарза

Вода является важнейшим ресурсом для поддержания жизни, экономики и экологического баланса. Однако управление водными ресурсами в Европейском союзе продолжает сталкиваться с рядом серьезных проблем. Это подтверждается последним **отчетом** Европейской комиссии о реализации Водной рамочной директивы Европейского Союза (ВРД) и третьих планов управления речными бассейнами (ПУРБ) на 2022-2027 гг., в котором подчеркивается как прогресс, так и недостатки в области управления водными ресурсами на континенте.

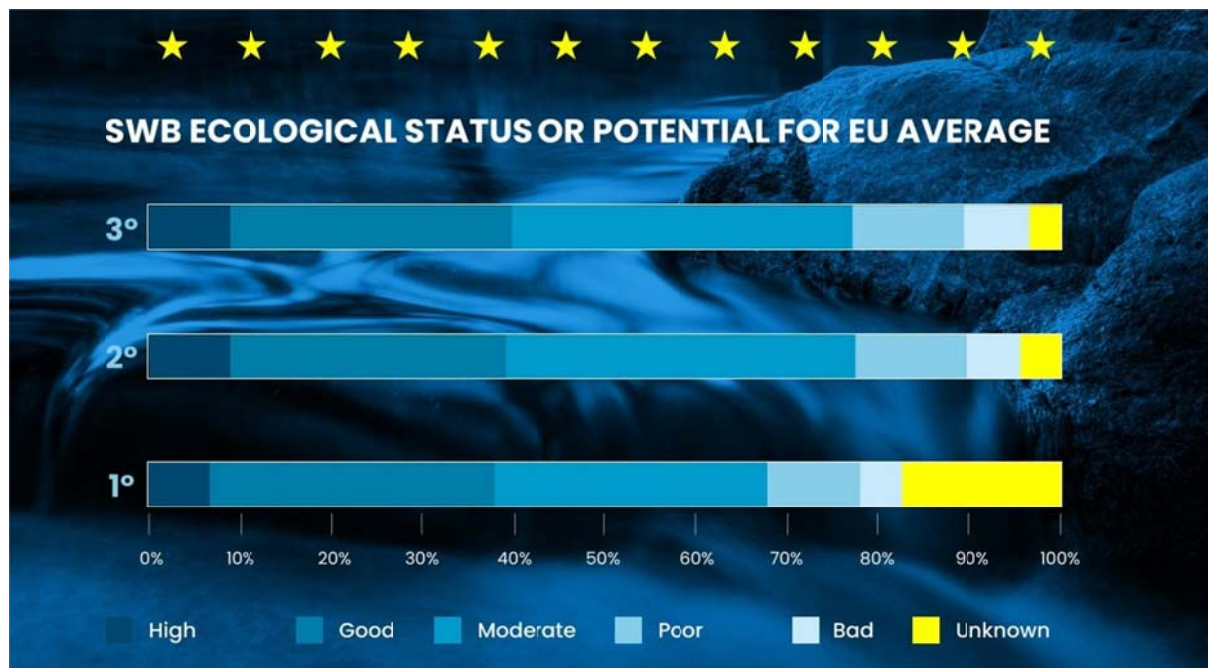
Документ содержит детальный анализ состояния водных ресурсов в ЕС, влияния экологических нагрузок и трудностей, с которыми сталкиваются государства-члены при достижении целей ВРД к 2027 г. Несмотря на определенный прогресс, результаты указывают на тревожную реальность: качество воды в ЕС не улучшается с необходимой скоростью, и большинство стран, вероятно, не достигнут «хорошего экологического статуса» к установленному сроку.

Задержки в реализации Рамочной водной директивы

Одной из основных проблем, выявленных Европейской комиссией, является задержка с представлением и принятием третьих планов управления речными бассейнами. Несмотря на то, что государства-члены обязаны были представить их до марта 2022 г., многие не сделали этого в установленные сроки. В связи с этим Комиссия инициировала судебные разбирательства против ряда стран, включая Болгарию, Кипр, Грецию, Мальту,

¹⁵ Источник: Laura F. Zarza. Is the EU complying with the Water Framework Directive? Analysis of the state of water in Europe / <https://smartwatermagazine.com/news/smart-water-magazine/eu-complying-water-framework-directive-a-critical-analysis-state-water> Опубликовано 10.02.2025

Словению, Ирландию и Португалию, которые не представили свои документы вовремя. В Испании несмотря на то, что большинство планов управления речными бассейнами были представлены, Канарские острова не предоставили необходимую информацию, что оказало негативное влияние на общую оценку страны.



*Экологическое состояние или потенциал средних
поверхностных водоемов ЕС*

Состояние поверхностных вод

Согласно отчету, только 39,5% поверхностных водоемов в ЕС достигли хорошего экологического состояния, что соответствует процентному показателю предыдущего цикла (2016–2021). Более того, в некоторых странах ситуация ухудшилась: в Польше (-22,9%), Литве (-15,5%), Словакии (-14,9%), Хорватии (-9,1%) и Эстонии (-7,6%) зафиксировано значительное снижение качества воды.

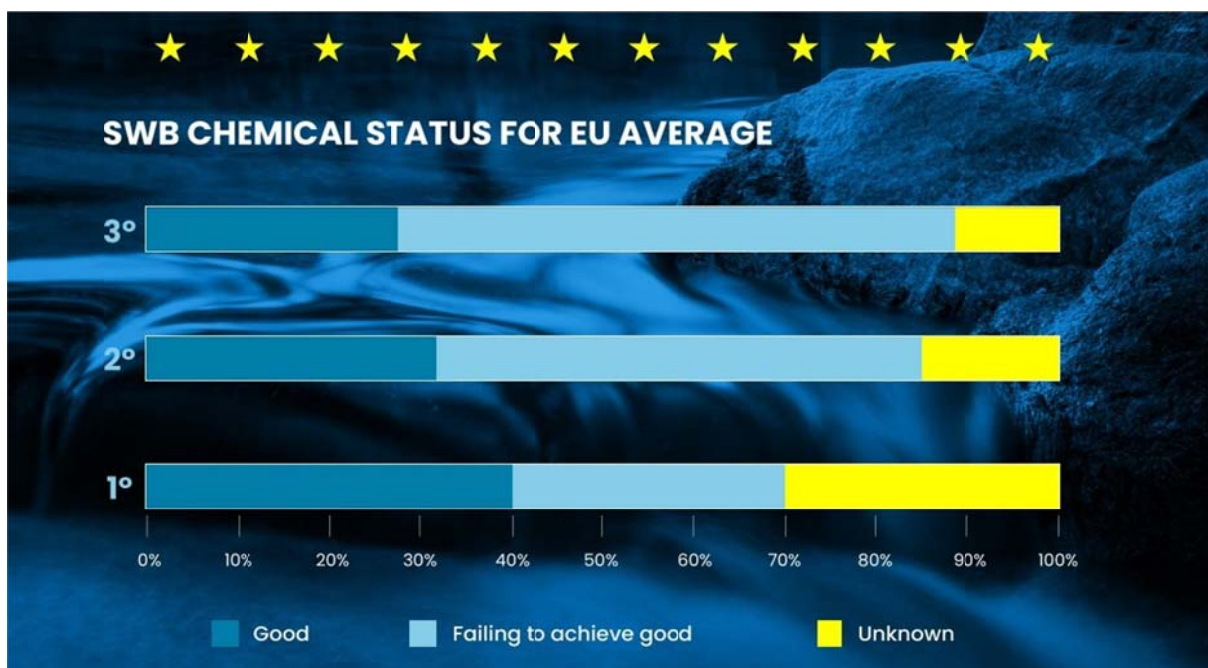
Основными факторами воздействия на поверхностные водные объекты являются:

- Диффузное загрязнение от сельского хозяйства (нитраты и пестициды).
- Сбросы сточных вод от городов и промышленных объектов.

- Гидроморфологические изменения (водохранилища, каналы, дно-углубительные работы)

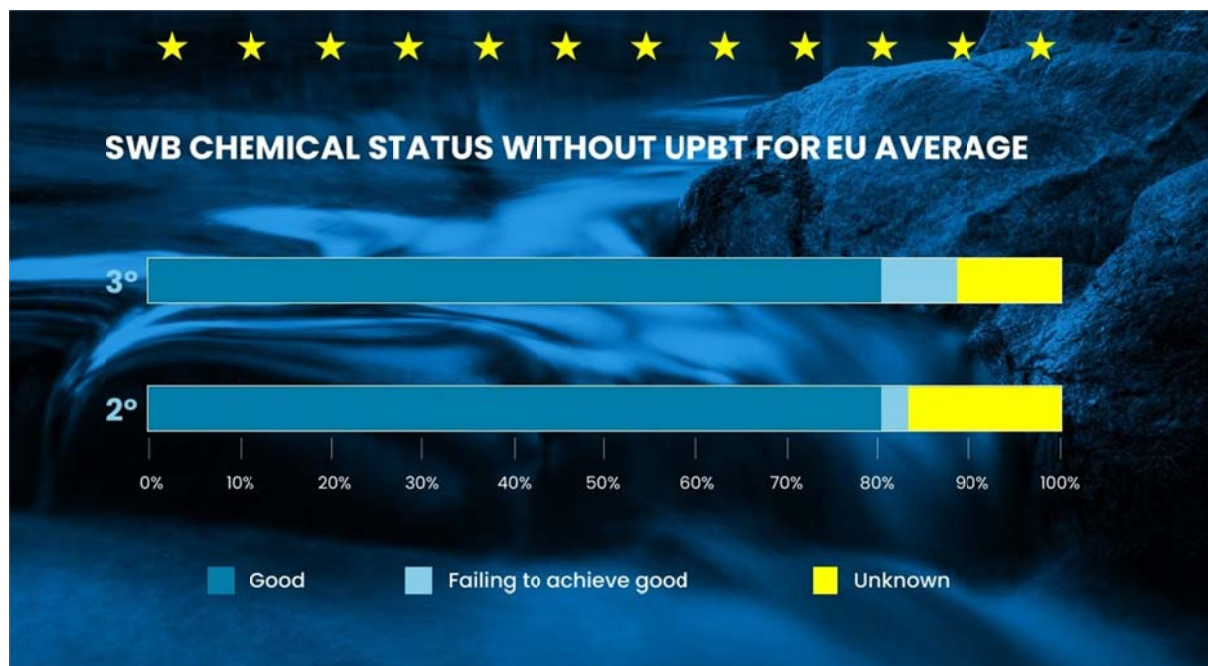
Что касается химического состояния вод, то одним из наиболее тревожных выводов отчета является то, что только 26,8% поверхностных вод ЕС соответствуют стандартам химического качества, что является снижением по сравнению с 33,5% в 2015 г. Основной причиной такого ухудшения является присутствие «повсеместно распространенных, стойких, биоаккумулирующих и токсичных веществ» (uPBTs), в том числе:

- Меркурий.
- Полициклические ароматические углеводороды (ПАХs).
- Полибромированные дифениловые эфиры (PBDEs), используемые в пластмассах и текстиле.



Изменение оценки химического состояния поверхностных водных объектов ЕС по сравнению с первым, вторым и третьим ПУРБ (все вещества, включая uPBT).

Без этих соединений процент водоемов, достигших хорошего химического состояния, составил бы 81%, что указывает на то, что проблема заключается в унаследованном загрязнении и текущих промышленных выбросах.

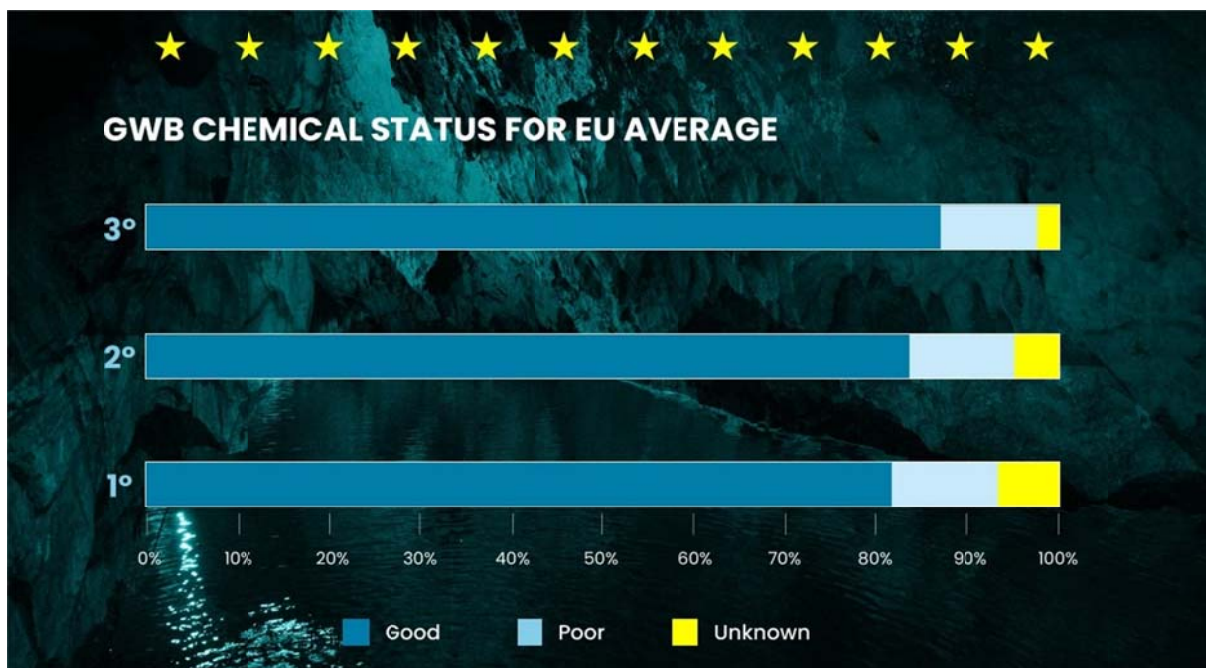


Изменение оценки химического состояния поверхностных водных объектов ЕС по сравнению со вторым и третьим ПУРБ (без иРВТ)

Подземные воды: небольшие улучшения, но сохраняющиеся угрозы

Что касается подземных вод, то 86% из них находятся в хорошем химическом состоянии, что является улучшением по сравнению с 82,2% в 2015 г. Однако загрязнение нитратами продолжает оставаться главной проблемой в большинстве стран Европы. В этом отношении только Эстония, Латвия и Литва не сообщают о том, что нитраты мешают им достичь хорошего химического состояния подземных вод.

Пестициды и их метаболиты являются причиной неспособности достичь хорошего химического состояния в девяти государствах-членах (Австрия, Бельгия, Чехия, Дания, Испания, Эстония, Франция, Люксембург и Нидерланды). Фосфаты и аммоний, которые также в основном поступают из интенсивного сельского хозяйства и животноводства, также приводят к ухудшению химического состояния вод и оказывают особое влияние в таких странах, как Словакия и Чехия.

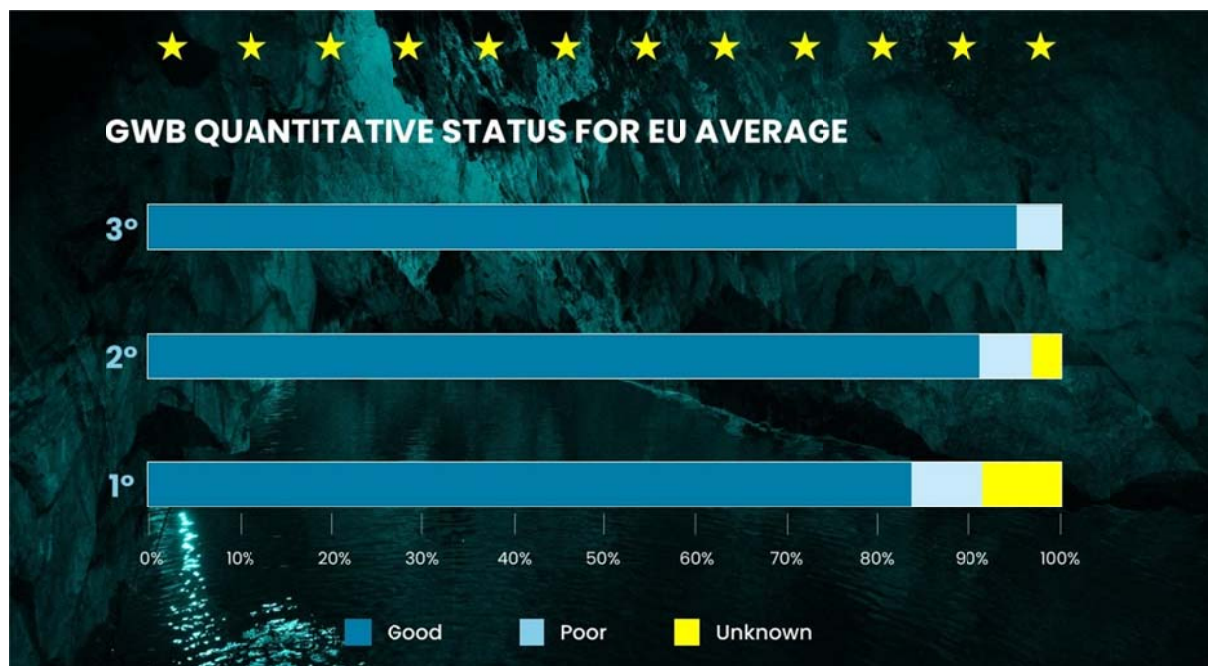


Изменение оценки химического состояния подземных водных объектов ЕС по сравнению с первым, вторым и третьим ПУРБ

Что касается количественного состояния подземных вод, то в отчете указано, что 95% подземных водоемов находятся в хорошем количественном состоянии, что является небольшим улучшением по сравнению с 92,4% в предыдущем цикле. Однако в некоторых регионах сохраняются опасения по поводу чрезмерной эксплуатации, особенно в районах с высоким сельскохозяйственным и городским давлением.

К основным причинам ухудшения количественного состояния подземных вод относятся:

- Чрезмерный забор воды для нужд сельского хозяйства и промышленности.
- Вторжение солей в прибрежные водоносные горизонты из-за чрезмерной эксплуатации.
- Воздействие изменения климата на пополнение водоносных горизонтов.



Изменение количественной оценки состояния подземных водных объектов ЕС по сравнению с первым, вторым и третьим ПУРБ

Почему ЕС все еще далек от достижения целей ВРД?

Несмотря на усилия и установленные правила, ЕС все еще далек от достижения целей Водной Рамочной Директивы (ВРД). Среди основных причин:

- Отсутствие интеграции политики: существуют противоречия между ВРД и другими отраслевыми политиками, такими как Единая сельскохозяйственная политика (ЕСП), которая продолжает поддерживать сельскохозяйственные практики, способствующие загрязнению водных ресурсов.
- Медленное принятие мер: государства-члены не спешат принимать необходимые меры для улучшения состояния водных ресурсов.
- Экономическое и социальное давление: такие отрасли, как сельское хозяйство, промышленность и туризм, оказывают значительное давление на водные ресурсы, что затрудняет их устойчивое управление.
- Изменение климата и экстремальные явления: увеличение частоты и интенсивности засух и наводнений усугубляет проблемы с водобеспечением и качеством воды.

В отчете также подчеркиваются причины, по которым многие государства-члены не приняли необходимых мер для снижения нагрузки на водные ресурсы. Основные препятствия включают:

- Недостаток финансирования (упомянуты в 86% оцениваемых стран).
- Задержки в реализации мер (81% стран).
- Отсутствие эффективных национальных механизмов, таких как не-принятые правила или другие меры (70% стран).
- Проблемы управления (57% стран).

Что необходимо изменить к 2027 году?

Европейская комиссия признает, что, несмотря на прогресс, ЕС не сможет достичь целей Водной Рамочной Директивы к 2027 г. без кардинальных изменений в реализации мер. Чтобы изменить текущую тенденцию, в отчете рекомендуется:

1. Усиление мониторинга и контроля загрязняющих веществ.
2. Ужесточение ограничений на использование удобрений и пестицидов.
3. Обеспечение необходимого финансирования водохозяйственной инфраструктуры.
4. Усиление интеграции водной политики с другими отраслевыми стратегиями.

Отчет представляет собой четкий призыв к действию для правительств и руководителей водохозяйственного сектора Европы. Без реальных обязательств водные экосистемы продолжают деградировать, а доступ к качественной воде станет все более неопределенным.

Ключевые факторы прогнозирования и управления наводнениями в реках и городах¹⁶

Эксперты сходятся во мнении, что глобальное потепление является основной причиной более частых и интенсивных наводнений. Согласно данным, опубликованным Oxfam Intermón, количество бедствий, вызванных наводнениями и засухами в десяти наиболее пострадавших странах, значительно возросло: с 24 случаев в 2013 г. до 656 за десять лет. В этом контексте ключом к минимизации последствий наводнений является надлежащее управление рисками, охватывающее основные фазы: смягчение последствий, готовность, реагирование и восстановление.

Октябрь 2024 г. войдет в историю Испании из-за разрушительных последствий беспрецедентного наводнения, которое затронуло почти 80 муниципалитетов. По информации, предоставленной Министерством внутренних дел Испании, конвективные осадки, такие как внезапные наводнения, вызваны повышенным теплом на поверхности Земли и могут приводить к наводнениям в реках и городских районах с разрушительными последствиями как для инфраструктуры, так и для человеческой жизни.

Поэтому, как подчеркивает Серхио Морант, специалист по рискам наводнений в *Xylem Vue*, в ситуациях, когда скорость и точность имеют решающее значение, фаза подготовки и реагирования должна осуществляться в строгие временные рамки, чтобы можно было принять важные решения. Он отметил, что именно в таких случаях системы раннего оповещения (*EWS*) становятся бесценными союзниками, работая с максимальной точностью и эффективностью, улучшая прогностические возможности и обеспечивая эффективное принятие решений, активацию протоколов и автоматизированные ответы.

Прогнозирование, моделирование, автоматизация и координация

Активация чрезвычайных протоколов и планов основывается на точной гидрометеорологической информации, что включает объединение различных технологий и датчиков, которые позволяют осуществлять монито-

¹⁶ Источник: Key factors in forecasting and managing floods in rivers and urban areas / <https://smartwatermagazine.com/news/xylem-vue/key-factors-forecasting-and-managing-floods-rivers-and-urban-areas> Опубликовано 5.03.2025

ринг и реагирование в режиме реального времени. Современные системы прогнозирования погоды, такие как числовые модели HARMONIE (AEMET), IFS (ECMWF) и GFS (NOAA), предсказывают экстремальные погодные явления на срок от двух до пятнадцати дней. В то же время nowcasting, основанный на использовании радиолокационной технологии и алгоритмов краткосрочного прогнозирования, предлагает прогнозы с высоким разрешением в режиме реального времени и на три часа вперед. Эти инструменты облегчают раннее обнаружение конвективных явлений, что, как отмечается, имеет решающее значение для управления речными и городскими наводнениями.

Другим важным аспектом, который следует учитывать при прогнозировании и управлении наводнениями, является использование гидрологических и гидравлических моделей для оценки риска, как отметил Морант. Он объяснил, что гидрологические модели преобразуют осадки в поток, имитируя воздействие стока в реках и сетях сточных вод. В свою очередь, гидравлические модели имитируют движение потоков в руслах рек и сетях канализации, взаимодействуя с цифровой моделью рельефа (DTM), которая помогает определять районы, подверженные наводнениям.

Интеграция с ГИС-системами обеспечивает большую точность в определении зон риска, как было отмечено. Гипермасштаб в этом контексте играет решающую роль, так как поддерживает моделирование сценариев, начиная от небольших городских бассейнов и заканчивая крупными гидравлическими системами. Это помогает оптимизировать принятие решений и распределение ресурсов в зависимости от масштаба события.

В этом контексте, как отметил специалист, «быстрое реагирование необходимо для минимизации ущерба». Таким образом, системы раннего оповещения не только прогнозируют наводнения, но и автоматически активируют системы оповещения, которые ограничивают доступ, инициируют эвакуацию и защищают ключевую инфраструктуру. Эксперт из Xylem Vue подчеркнул, что «без автоматизации возможности реагирования на быстро меняющиеся метеорологические явления были бы серьезно ограничены». Эти системы основываются на пороговых значениях осадков, расхода и уровня воды, которые устанавливаются экспертами в различных единицах управления, таких как бассейны с внезапными паводками, водоразделы водохранилищ и бассейны, классифицированные по времени концентрации, и снабжаются данными и прогностическими моделями в режиме реального времени.

Уровни оповещения могут быть установлены путем разумной группировки этих предупреждений, связывая их с конкретными планами действий в чрезвычайных ситуациях. По словам специалистов, органы власти могут активировать или деактивировать соответствующие протоколы в за-

висимости от серьезности и масштаба события, обеспечивая скоординированный и эффективный ответ.

Внедрение систем раннего оповещения (*EWS*) позволяет создавать карты наводнений, рекомендовать конкретные действия для ключевых инфраструктур, таких как плотины и ливневые резервуары, а также отправлять персонализированные оповещения соответствующим органам. Эти системы предоставляют предварительную информацию о масштабах события, что способствует более эффективному управлению чрезвычайными ситуациями и предотвращает сбои в реагировании. Более того, комплексный подход к этим технологиям улучшает координацию между организациями и укрепляет устойчивость критически важных инфраструктур. Серхио Морант отметил, что инвестирование в *EWS* является крайне важным, особенно в регионах с историей наводнений и в тех, которые пострадали от изменения климата. Он подчеркнул, что преимущества с точки зрения безопасности и защиты значительно перевешивают затраты на внедрение, что делает эти системы ключевыми инструментами для современного управления рисками наводнений.

В Испании такие организации, как Управление водных ресурсов Эбро, правительство Наварры и коммунальное предприятие *Aguas de Calpe* уже внедрили цифровые системы и платформы подобного типа.

Решения, такие как *Xylem Vue* (XV), разработанные в рамках партнерства между *Idrica* и *Xylem*, уже включают гидрометеорологические датчики и результаты гидрологических и гидравлических моделей для речных и городских районов, а также моделирование притоков водохранилищ. Эти данные используются для запуска предупреждений и сигналов тревоги в реальном времени. Решение включает в себя специальные модули и алгоритмы, которые позволяют идентифицировать и управлять оповещениями об экстремальных событиях в реальном времени.

Эти типы систем раннего оповещения (*EWS*) объединяют подробную информацию о топографии и характеристиках рельефа, кадастровые и демографические данные с передовыми гидрологическими моделями для представления гидрологическо-гидравлического поведения бассейнов и дренажных сетей в условиях сильных осадков. Это позволяет предсказывать, какие области могут быть подвержены наводнениям, а также оценивать серьезность возможных последствий. Морант отметил, что такие системы позволяют осуществлять мониторинг и, что особенно важно, «преобразовывать данные в действия, что является ключевым фактором в управлении наводнениями».

Управление водного хозяйства Эбро и Агуас-де-Кальпе — примеры предвосхищения

Внедрение системы раннего оповещения (*EWS*) на платформе *Xylem Vue* в Управлении водных ресурсов Эбро (*CHE*) обеспечило создание системы для предупреждения о наводнениях в различных сценариях.

Приложение использует облачные вычисления и аналитику больших данных для моделей гидрометеорологического прогнозирования в реальном времени, как детерминированных, так и вероятностных. Также применяются передовые методы геостатистики (кригинг) и машинного обучения (алгоритмы фильтрации Калмана) для улучшения качества данных. Механизм вывода на основе искусственного интеллекта и эвристики используется для генерации рекомендаций по управлению. Система запускается каждые десять минут для расширенного упреждения.

Приложение *VIGILAEbro*, используемое в *CHE*, использует предварительные расчеты, такие как *Areas at Risk of Significant Flooding (ARPSis)*, которые связаны с различными периодами повторяемости, для быстрого определения областей, подверженных воздействию текущих и прогнозируемых гидрометеорологических условий. Это существенно сокращает время обработки данных, позволяя оперативно давать рекомендации по эксплуатации плотин с целью минимизации рисков и ущерба. Кроме того, приложение способствует распространению предупреждений и оповещений на мобильные телефоны и веб-сайты в зависимости от типа пользователей и их местоположения. Оно предоставляет автоматизированную информацию в реальном времени о потенциально пострадавших инфраструктурах и объектах.

Другим примером является внедрение цифрового двойника *Xylem Vue Real-Time What-If Scenarios* в сети Агуас-де-Кальпе, который используется для прогнозирования городских наводнений, определения пострадавших территорий и уровней наводнений, а также для отслеживания их развития со временем. Система также помогает выявлять и прогнозировать водосбросы, моделировать сценарии осадков с использованием сетевой информации в реальном времени и предоставляет систему поддержки принятия решений. Благодаря этим решениям компания смогла обнаружить 26 ранних предупреждений о городских наводнениях за один год.

Перевод: Усманова О., Юлдашева Г.

Верстка и дизайн: Беглов И., Дегтярева А.

Подготовлено к печати
в Научно-информационном центре МКВК

Республика Узбекистан, 100 187,
г. Ташкент, м-в Карасу-4, д. 11А

sic.icwc-aral.uz