



Federal Ministry
for the Environment, Climate Action,
Nature Conservation and Nuclear Safety

IKI



INTERNATIONAL
CLIMATE
INITIATIVE



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

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ:

тенденции, инновации, политика



НИЦ МКВК

Научно-информационный центр
Межгосударственной координационной
водохозяйственной комиссии
Центральной Азии

Ташкент 2026

Научно-информационный центр
Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии
Центральной Азии

Водные ресурсы: тенденции, инновации, политика

Ташкент 2026

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, борьбы с изменением климата, охраны природы и ядерной безопасности (BMUKN) в рамках Международной климатической инициативы (IKI)

Содержание

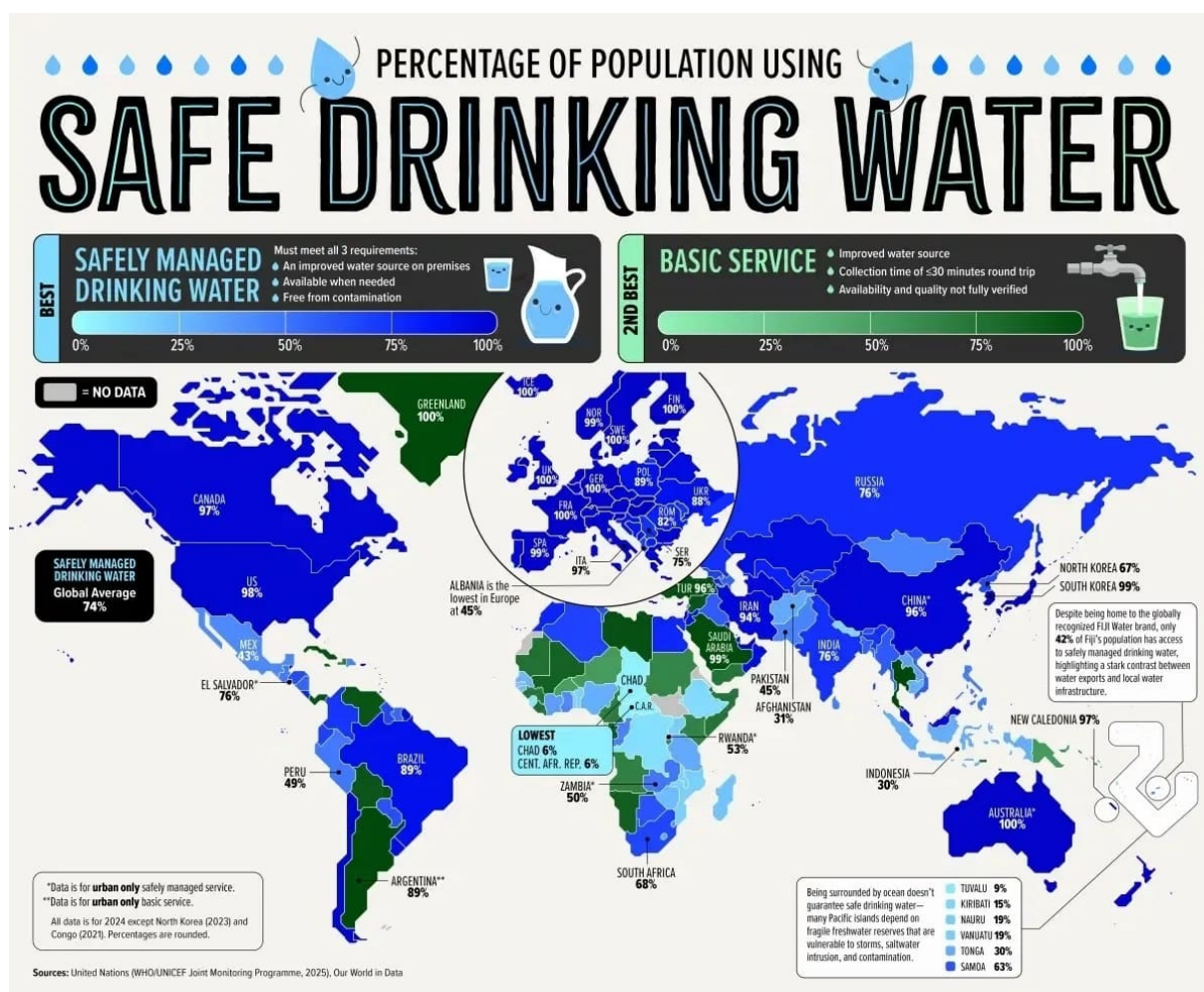
Глобальные вопросы	5
Инфографика: где безопасная питьевая вода по-прежнему остается недоступной.....	5
Агентство Moody's: нехватка воды имеет значение, однако ключевым кредитным риском остается неготовность к ее последствиям.....	7
Износ шин становится новым источником загрязнения пресных вод	11
Цифровые технологии	13
Ученые хотят отслеживать состояние рек из космоса	13
На работу ЦОД уходит гораздо больше воды, чем показывают отчёты Google и остальных бигтехов.....	14
ИИ расшифровал необычные свойства воды	15
«Изотопные паспорта» воды намерены составлять для прогноза запасов водных ресурсов.....	17
Азия	18
Каспийское море стало меньше на одну Сицилию, но неизвестно почему	18
Выход Афганистана из гидрополитической ловушки	21
Нарастающий дефицит воды в Центральной Азии представляет угрозу для региона и соседних государств	26
Война с Ираном: удар по стране в условиях острого водного кризиса.....	29
Индия намерена не допустить поступления «ни одной капли воды» в Пакистан после приостановки действия Договора о водах Инда	33
Города Юго-Восточной Азии уходят под воду: названа неожиданная причина	35
Америка	38

Спутники NASA показали ржаво-оранжевые реки Аляски	38
Европа	42
В каких странах Европы заканчивается вода?	42
В каких странах Европы самая чистая водопроводная вода?.....	45
В каких странах Европы самая чистая вода на пляжах, в озёрах и реках	48
Государства-члены ЕС выражают несогласие с пересмотром Водной рамочной директивы	51
Круговорот пресной воды меняется из-за климата и влияния человека	51
Океания	53
Следующий план управления бассейном: путь к катастрофе	53
Технологии	60
Созданы новые носители для очистки сточных вод, изготовленные из вторичных ресурсов.....	60
Создан комбинированный фильтр для непрерывной очистки сточных вод	63
Опреснитель на солнечной энергии обещает пресную воду дешевле бутилированной.....	64
Новый углеродный материал эффективно очищает воду от неоникотиноидных пестицидов.....	66
Пузырьки помогут очистить сточные воды от микропластика: новый способ	67
Создано наносито, очищающее нефть и воду от загрязнений.....	68

Глобальные вопросы

Инфографика: где безопасная питьевая вода по-прежнему остается недоступной¹

За последние несколько десятилетий человечество добилось впечатляющего прогресса в обеспечении населения безопасной питьевой водой. Однако проблема далека от решения: более двух миллиардов человек до сих пор не имеют дома доступа к надежным системам питьевого водоснабжения, соответствующим современным санитарным стандартам.



¹ Источник: <https://naked-science.ru/community/1198323> Опубликовано 29.06.2026

Разрыв между странами остается огромным. В большинстве развитых государств доступ к безопасной питьевой воде практически стал всеобщим, тогда как миллионы людей в других регионах мира продолжают пользоваться небезопасными или ненадежными источниками.

Карта, созданная на основе данных UN Water и Our World in Data, показывает долю населения каждой страны, имеющего доступ к безопасно организованным услугам питьевого водоснабжения. Она наглядно демонстрирует, где инфраструктура водоснабжения уже достигла высокого уровня развития, а где проблема чистой воды по-прежнему стоит особенно остро.

В таких странах, как Австралия, Бельгия, Финляндия и Великобритания, доступ к безопасной питьевой воде достигает или практически достигает 100% населения. В то же время в Чаде, Центральноафриканской Республике и Бенине этот показатель остается ниже 20%. Подобные различия отражают десятилетия инвестиций в строительство водопроводных сетей, сооружений по очистке воды и развитие коммунальной инфраструктуры.

Государства с наиболее высокими показателями, как правило, располагают современными системами водоподготовки и надежными коммунальными службами. Страны с низким уровнем доходов, напротив, сталкиваются с хронической нехваткой финансирования, быстрым ростом населения и усиливающимся воздействием климатических изменений.

Для оценки прогресса Организация Объединенных Наций использует показатель «безопасно организованные услуги питьевого водоснабжения». Этот критерий значительно шире, чем просто наличие поблизости источника воды. Чтобы соответствовать международному стандарту, питьевая вода должна поступать из улучшенного источника водоснабжения, быть доступной непосредственно в месте проживания, подаваться тогда, когда она необходима и не содержать опасных загрязняющих веществ и болезнетворных микроорганизмов. Эти требования являются частью Цели устойчивого развития № 6, предусматривающей обеспечение всех жителей планеты чистой водой и надлежащими санитарными условиями.

Доступ к безопасной питьевой воде напрямую влияет на состояние общественного здоровья, уровень образования и экономическое развитие. Надежные системы водоснабжения сокращают распространение заболеваний, передающихся через воду, повышают посещаемость школ и способствуют устойчивому росту экономики.

Во многих регионах жители вынуждены использовать источники воды, которые могут загрязняться сточными водами, промышленными отходами или сельскохозяйственными стоками. Дополнительные трудности

испытывают сельские районы, где строительство централизованных водопроводных сетей зачастую оказывается слишком дорогостоящим.

Ситуацию усугубляют и другие факторы:

- изменение климата усиливает нагрузку на существующие водные ресурсы;
- рост численности населения увеличивает спрос на воду;
- в отдельных странах высокий уровень потребления воды на душу населения усложняет управление водными ресурсами.

Несмотря на все эти проблемы, мировое сообщество добилось значительного прогресса. Тем не менее, согласно последним оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) и ЮНИСЕФ, примерно четверть населения Земли по-прежнему не имеет дома доступа к безопасной питьевой воде, что свидетельствует о масштабах оставшейся задачи.

Агентство Moody's: нехватка воды имеет значение, однако ключевым кредитным риском остается неготовность к ее последствиям²

Кристина Ново

В межотраслевом отчете Moody's «Надежность водоснабжения, инфраструктура и финансирование определяют устойчивость кредитного рейтинга к напряженности в сфере водоснабжения», указывается, что управление водными ресурсами уже стало фактором кредитного риска для примерно одной трети суверенных государств, имеющих рейтинги (отчет № 1482662 доступен подписчикам Moody's на сайте ratings.moody.com). В отчете также подчеркивается, что, согласно прогнозам ОЭСР, к 2050 г. мировой спрос на воду увеличится на 55%, тогда как быстро растущие потребности центров обработки данных и систем искусственного интеллекта создают дополнительную нагрузку на промышленный сектор. В результа-

² Источник: Cristina Novo. Moody's: water scarcity matters, but unpreparedness is the real credit risk / <https://smartwatermagazine.com/news/smart-water-magazine/moodys-water-scarcity-matters-unpreparedness-real-credit-risk> Опубликовано 17.06.2026

те, как отмечается в отчете, значение эффективного управления водными ресурсами для правительств, коммунальных предприятий и инвесторов продолжает возрастать.

Одинаковый стресс – разные последствия

В отчете Moody's отмечается, что два эмитента, испытывающие одинаковое давление, связанное с обеспечением водоснабжения, могут столкнуться с совершенно разными кредитными перспективами в зависимости от степени готовности инфраструктуры и уровня финансовой гибкости. Системы, располагающие диверсифицированными источниками водоснабжения, реализующие плановые инвестиционные программы и обеспечивающие эффективное управление, способны поддерживать надежность услуг при приемлемом уровне капитальных затрат. В то же время системы, характеризующиеся ограниченной ресурсной базой, отложенными инвестициями и недостаточным возмещением затрат, подвергаются более высокому риску перебоев в работе, возникновения непредвиденных расходов и ухудшения финансового положения.

Засухи на Тайване в 2021–2023 гг. наглядно продемонстрировали, каким образом наличие инфраструктуры экстренного реагирования может определить траекторию развития системы водоснабжения. Резкое снижение уровня воды в водохранилищах региона Синьчжу поставило под угрозу обеспечение водой Научного парка Синьчжу – производственного кластера, на долю которого приходится 32,7 % общего объема экспорта интегральных схем Тайваня. Вместе с тем резервный трубопровод Таюань–Синьчжу, строительство которого было завершено в феврале 2021 г., позволил перебросить около 23 млн тонн воды и тем самым предотвратить серьезные экономические последствия. В документе делается вывод о том, что наличие резервных мощностей имеет большее аналитическое значение, чем сами по себе показатели накопленных запасов воды, поскольку именно они характеризуют запас надежности системы водоснабжения по отношению к существующему спросу.

Механизмы распределения определяют финансовую цену дефицита

В отчете проводится сравнительный анализ четырех типов систем управления водными ресурсами – от гибких, основанных на четко установленных правилах, до хронически недофинансированных и структурно слабых. Делается вывод о том, что именно качество механизмов распре-

ления водных ресурсов во многом определяет скорость, с которой ограничения предложения трансформируются в бюджетное и финансовое давление.

В качестве одного из наиболее эффективных примеров в документе рассматривается австралийский «План бассейна Мюррей–Дарлинг», предусматривающий торговлю правами на воду и четкую систему приоритетов водопользования. В то же время отмечается, что Индия относится к числу стран с наименее эффективными моделями управления водными ресурсами, поскольку полномочия в этой сфере распределены между более чем 28 штатами, сельское хозяйство потребляет около 80 % пресной воды, а на долю страны приходится 18 % мирового населения при наличии лишь 4 % мировых запасов пресной воды. В отчете также указывается, что Иордания, несмотря на наличие относительно эффективных институтов управления, остается одной из наиболее вододефицитных стран мира. Подчеркивается, что изношенная инфраструктура и тарифная политика, предусматривающая цены на воду ниже уровня ее фактической себестоимости, превратили систему управления водными ресурсами в существенное финансовое бремя для государственного бюджета.

В отчете отмечается, что кризис в Монтеррее (Мексика) в 2022 г. наглядно продемонстрировал операционные издержки, связанные с фрагментированностью системы управления водными ресурсами. Власти штата Нуэво-Леон с опозданием отреагировали на снижение уровня воды в водохранилищах, вследствие чего в экстренном порядке в три этапа был введен в эксплуатацию акведук «Эль-Кучильо II» стоимостью 12,24 млрд мексиканских песо (около 711 млн долл. США). В отчете также приводятся данные о том, что в масштабах всей Мексики около 46 % распределяемой воды теряется из-за утечек, а тарифы на водоснабжение нередко устанавливаются ниже уровня фактической себестоимости услуг. Кроме того, в прошлом месяце агентство Moody's понизило суверенный рейтинг Мексики на одну ступень – до уровня Вaa3, указав в качестве факторов, ограничивающих экономический рост страны, сохраняющиеся узкие места в инфраструктуре водоснабжения и энергетическом секторе.

Сроки, финансирование и реалистичность инвестиционных планов

В отчете подчеркивается, что именно финансовая гибкость является ключевым фактором, отличающим эмитентов, испытывающих сопоставимое базовое давление, связанное с обеспечением водными ресурсами. Системы, обладающие устойчивым финансовым положением и надежным доступом к источникам финансирования, способны распределять капи-

тальные вложения во времени, осуществлять инвестиции до того, как дефицит воды приобретет острый характер, а также избегать более высоких затрат и ограничений, неизбежно возникающих при принятии запоздалых мер реагирования. В качестве примера того, каким образом эффективное управление и достаточные финансовые возможности позволяют компенсировать присущие стране риски, в отчете приводится Австралия, сохраняющая суверенный рейтинг «Ааа» несмотря на умеренную подверженность риску дефицита водных ресурсов. Аналогичным образом отмечается, что коммунальные предприятия США, реализующие долгосрочные программы рационального использования и диверсификации водных ресурсов в бассейне реки Колорадо, находятся в более благоприятном положении для управления сохраняющимся давлением на водоснабжение без ухудшения кредитных показателей.

В качестве противоположного примера в отчете рассматривается город Корпус-Кристи (штат Техас), кредитный рейтинг которого был понижен с Аа2 до А1 после перевода в сентябре 2025 г. в категорию «под наблюдением». Подчеркивается, что город не вводил в эксплуатацию новые источники водоснабжения более 30 лет и в настоящее время вынужден реализовывать мероприятия, на планирование и осуществление которых обычно уходят десятилетия, в течение всего лишь 18–24 месяцев, что существенно повышает риск невыполнения намеченных планов.

Смешанные финансовые механизмы, предусматривающие предоставление многосторонними банками развития капитала для покрытия первоначальных убытков с целью привлечения частных инвесторов, рассматриваются в качестве нового источника финансирования для рынков с ограниченным доступом к независимому капиталу. Подчеркивается, что подобные инструменты способны расширить инвестиционные возможности в условиях возрастающей нагрузки на системы водоснабжения. В отчете также указывается, что оценки независимых экспертов могут служить практическим индикатором реалистичности и достоверности инвестиционных планов. Механизмы, основанные на четко определенных технических пороговых значениях, включая действующие в Омане нормативы энергоэффективности для очистки сточных вод, получили более высокую оценку по сравнению с инициативами, не содержащими конкретных количественных ориентиров. Вместе с тем механизм, применяемый в Мексике, характеризуется в отчете как обладающий ограниченной прозрачностью показателей эффективности использования водных ресурсов и энергоэффективности.

В качестве общего вывода авторы отчета подчеркивают, что подверженность дефициту воды представляет собой лишь исходное условие для оценки рисков. Финансовое сообщество все в большей степени ориентируется не столько на сам факт наличия водного дефицита, сколько на спо-

способность государств, коммунальных предприятий и компаний эффективно управлять связанными с ним рисками.

Износ шин становится новым источником загрязнения пресных вод³

Частицы, образующиеся при износе автомобильных шин, могут попадать в пресноводные экосистемы и становиться частью пищевой цепи. Новое исследование показало, что донные беспозвоночные активно поедают эти частицы, а затем передают содержащиеся в них токсичные вещества рыбам. Работа была представлена на конференции Goldschmidt Conference 2026.

Каждый год в окружающую среду попадают миллионы тонн частиц износа шин. Они состоят не только из синтетического каучука, но и содержат десятки химических добавок – антиоксиданты, пластификаторы, стабилизаторы и соединения тяжёлых металлов. Во время дождей частицы смываются с дорог в ручьи, реки и озёра, где постепенно оседают на дне.

Исследователи сосредоточились на личинках водных насекомых – важных обитателях донных экосистем и основном корме для многих видов пресноводных рыб. В лабораторных экспериментах выяснилось, что личинки не способны отличить частицы шин от органических остатков и активно их заглатывают вместе с пищей.

После попадания в организм химические вещества начинают высвобождаться из частиц. Особенно внимание учёных привлекло соединение 6PPD-хинон – продукт превращения антиоксиданта 6PPD, который широко применяется при производстве автомобильных шин. В последние годы именно это вещество связывают с массовой гибелью тихоокеанских лососей после дождей, когда загрязнённый дорожный сток попадает в нерестовые реки.

Эксперименты показали, что загрязняющие вещества способны накапливаться в тканях беспозвоночных и затем переходить к рыбам, которые ими питаются. Таким образом, частицы шин становятся не просто загрязнителем донных отложений, а полноценным каналом переноса токсичных соединений по пищевой цепи.

Авторы отмечают, что масштабы проблемы могут быть значительно больше, чем предполагалось. Если раньше основное внимание уделялось

³ Источник: <https://ecosphere.press/2026/06/26/iznos-shin-stanovitsya-novym-istochnikom-zagryazneniya-presnyh-vod/> Опубликовано 26.06.2026

микропластику, то частицы износа шин сегодня рассматриваются как отдельный и весьма значимый источник химического загрязнения пресных вод. По мере роста числа автомобилей и интенсивности дорожного движения их вклад в загрязнение водных экосистем будет увеличиваться.

Исследователи считают, что для снижения риска необходимы не только более эффективные системы очистки ливневых стоков, но и разработка новых составов шин с менее токсичными добавками.

Цифровые технологии

Ученые хотят отслеживать состояние рек из космоса⁴

Исследование Университета Цинциннати и Южного методистского университета предлагает сочетать спутниковую спектроскопию и компьютерные модели для оценки качества воды. Разные загрязнители изменяют спектр отраженного света, что позволяет фиксировать уровень питательных веществ. Это особенно важно для цветения водорослей – процесса, при котором избыток удобрений и стоков вызывает взрывной рост флоры, блокирующей свет и истощающей кислород, что ведет к гибели рыбы и токсичным последствиям для людей.

Традиционные методы мониторинга ограничены: они требуют полевых выездов и не масштабируются на отдаленные реки. Спутниковый подход дает непрерывные данные в глобальном охвате.

Авторы планируют проанализировать 50-летние данные для выявления динамики и создания систем раннего предупреждения. Реки – источник воды для 90% населения, их состояние влияет на здоровье, экономику и экосистемы. Интеграция гидрологии и дистанционного зондирования открывает новые возможности для управления водными ресурсами. Это позволит прогнозировать кризисы до их наступления и принимать меры на основе данных, а не догадок.

⁴ Источник: <https://www.gismeteo.ru/news/science/uchenye-hotjat-otslezhivat-sostojanie-rek-iz-kosmosa/> Опубликовано 27.06.2026

На работу ЦОД уходит гораздо больше воды, чем показывают отчёты Google и остальных бигтехов⁵

Microsoft, Google и Amazon входят в число технологических компаний, которые в этом и прошлом году потратили около \$1 трлн на ИИ-инфраструктуру, используя в некоторых регионах гораздо больше воды, чем сообщают, в зависимости от того, как обеспечиваются электроэнергией их ЦОД. При этом ожидается, что потребление ими воды будет и дальше расти.

Как пишет The Wall Street Journal, в отчётах компаний, за исключением Meta, не учитывается расход воды, используемой на электростанциях, обеспечивающих их электроэнергией, в дополнение к воде, расходуемой непосредственно ЦОД.

При этом законодательство США не обязывает эти компании сообщать о полном объёме своего водопотребления – как прямого, так и косвенного. Согласно анализу, проведённому в 2024 году Национальной лабораторией имени Лоуренса (LBNL), косвенное потребление воды ЦОД исторически примерно в 12 раз превышает их прямое потребление.

Например, в отчёте Google об устойчивом развитии за 2025 год указано, что потребление воды составило 41,3 млн³ – на 34 % больше, чем в 2024 году, – причём почти весь этот объём был израсходован на охлаждение ЦОД. Но остаётся неясным, сколько воды было использовано при выработке электроэнергии для этих ЦОД. Косвенное потребление воды может сильно варьироваться в зависимости от способа производства электроэнергии: угольная и атомная генерация требуют много воды, газовая – меньше, а возобновляемые источники энергии, включая солнечную и ветровую, практически не нуждаются в её использовании.

Согласно подсчётам Алекса де Вриса-Гао, исследователя из Университета VU Amsterdam в Нидерландах, Google косвенно потребляет примерно в три раза больше воды, чем напрямую.

У Meta в 2024 году косвенное потребление воды составило 71,9 млн м³ – более чем в 20 раз больше, чем прямое потребление. Meta планирует «достичь положительного водного баланса к 2030 году» частично за счёт проектов по восстановлению водных ресурсов. При этом компания не собирается сокращать косвенное потребление воды.

⁵ Источник: <https://3dnews.ru/1144571/na-rabotu-tsod-uhodit-gorazdo-bolshe-vodi-chem-pokazivayut-otchyoti-google-i-ostalnih-bigtehov> Опубликовано 3.07.2026

Недавно Amazon заявила, что её ЦОД используют воду в семь раз эффективнее, чем в среднем по отрасли, и что компания уже прошла две трети пути к достижению своей цели – восполнять один галлон воды на каждый забранный. Вместе с тем компания «признаёт связь между энергией и водой», и это одна из причин, по которой у неё реализуется более 700 проектов в области ветровой и солнечной энергетики по всему миру, сообщил представитель Amazon.

Согласно отчёту LBNL за 2024 год, большинство существующих ЦОД используют испарительные системы охлаждения, которые энергоэффективны, но потребляют много воды. По словам экспертов, модернизация таких систем может оказаться непомерно дорогой.

В качестве решения проблемы Nvidia недавно продемонстрировала замкнутую систему охлаждения ЦОД, которая не требует дополнительной воды после первоначального заполнения. Microsoft тоже планирует использовать в своих ЦОД аналогичную технологию замкнутого цикла, начиная с 2027 года.

ИИ расшифровал необычные свойства воды⁶

Вода – самая распространенная жидкость на поверхности Земли, и она сильно отличается тем, что при замерзании расширяется. Аномалии воды связаны с тем, как ее микроскопическая структура меняется в зависимости от температуры и давления. Однако систематической схемы для описания этих структурных изменений не существует.

Исследователи из Университета Осаки используют искусственный интеллект (ИИ) для оценки систем определения характеристик воды. Модель ИИ является частью единой системы для сравнения и оценки структурных дескрипторов переохлажденной воды. Об этом захватывающем открытии было сообщено в Communications Chemistry.

Чтобы вода замерзла, молекулы должны упорядочиться и образовать кристаллическую решетку, как у льда. Молекулы прикрепляются к основе, так называемому центру кристаллизации, чтобы образовать твердую фазу. Примеси в воде или царапины на внутренней поверхности сосуда могут служить центрами кристаллизации.

⁶ Источник: <https://scientificrussia.ru/articles/ii-rassifroval-neobychnye-svoystva-vody> Опубликовано 6.07.2026

Следовательно, вода в гладком, чистом сосуде может быть охлаждена ниже точки замерзания, но она не превратится в лед. Такое состояние называется переохлаждением воды.

Аномальное поведение воды становится более выраженным при переохлаждении. Аномалии объясняются переходом между двумя конкурирующими состояниями: жидкостью с высокой плотностью (ЖВП) и жидкостью с низкой плотностью (ЖНП). На микроскопическом уровне порядков в воде возникает благодаря сети межмолекулярных водородных связей, которая непрерывно меняется с течением времени. С повышением температуры свернутые структуры ЖВП начинают преобладать над открытыми структурами ЖНП.

Для характеристики локального порядка в воде были введены различные структурные дескрипторы, такие как порядок тетраэдрических связей и локальная плотность. Поскольку эти дескрипторы были предложены независимо друг от друга, они качественно различаются по параметрам и масштабам и кодируют разную структурную информацию. Это затрудняет систематическое сравнение дескрипторов для оценки их относительной важности.

«Предыдущие исследования показали, что использование машинного обучения для классификации и понимания структурных данных эффективно, – объясняет автор исследования Кан Ким. – Мы специально хотели включить в это исследование модель нейронной сети, чтобы оценить, насколько точно дескрипторы передают ключевую структурную информацию».

На вход сети подавались структурные данные переохлажденной воды, полученные в ходе компьютерных экспериментов, известных как молекулярно-динамическое моделирование. Чтобы сеть могла распознавать закономерности в данных, она использовала метод проб и ошибок.

«Сеть использовала полученные знания для сравнения того, как 16 дескрипторов различали структуры липопротеинов низкой и высокой плотности при разных температурах, – рассказывает Нобуюки Матубаяси, старший автор исследования. – Таким образом мы определили наиболее эффективные дескрипторы».

Полученные результаты помогут лучше понять взаимосвязь между структурными флуктуациями и термодинамическими состояниями воды, выяснить, откуда берутся аномальные свойства воды, и разработать улучшенные структурные дескрипторы.

«Изотопные паспорта» воды намерены составлять для прогноза запасов водных ресурсов⁷

Российские ученые разработали методику, которая позволит прогнозировать запасы водных ресурсов с помощью исследования изотопного состава осадков. Как сообщила пресс-служба Арктического и Антарктического научно-исследовательского института, ученые ААНИИ совместно с коллегами из Института океанологии имени П.П. Ширшова РАН проследили «изотопный след» осадков на всей территории водосбора Балтийского моря.

«Изотопный состав осадков – это своего рода «паспорт воды», позволяющий отследить ее путь от облака до реки. Мы показали, что в пределах Балтийского бассейна этот паспорт существенно меняется в зависимости от сезона, высоты и удаленности от моря. Использование локальной линии метеорных вод вместо глобальной позволяет значительно точнее интерпретировать данные и выявлять такие процессы, как испарение или смешение водных масс, которые иначе остались бы незамеченными. В условиях меняющегося климата это инструмент для долгосрочного управления водными ресурсами региона – не только научный, но и сугубо практический», – привела пресс-служба института слова научного сотрудника Лаборатории изменений климата и окружающей среды ААНИИ Анны Козачек.

Как пояснили в ААНИИ, каждая капля дождя и каждая снежинка несут в себе информацию о том, откуда пришла влага, как далеко она путешествовала и через какие процессы прошла. Это и формирует ее уникальный «изотопный паспорт».

«Выяснилось, что состав изотопов заметно меняется в зависимости от сезона: зимние осадки – снег – оказываются изотопически «легче», чем летние дожди. На показатели также влияют удаленность от побережья, высота над уровнем моря и характер движения воздушных масс», – отметили в пресс-службе.

Для части районов бассейна Балтийского моря параметры ключевого эталона в изотопной гидрологии – локальной линии метеорных вод, заметно отличаются от общемировых. Это, по словам ученых, позволяет выявлять дополнительные процессы, в том числе испарение или смешение различных водных масс.

⁷ Источник: <https://tass.ru/nauka/27903653> Опубликовано 9.07.2026

Азия

Каспийское море стало меньше на одну Сицилию, но неизвестно почему⁸

В 1995-2025 годах уровень Каспийского моря упал на 2,3 метра – на 77 миллиметра в год. Это огромная величина: даже в районе портов есть места, где береговая линия отступила на метры и десятки метров. А в ряде районов северной части моря его берега сдвинулись уже на десятки километров. Море сократилось на 24 тысячи квадратных километров. Примерно такая же площадь у Сицилии или Тульской области.

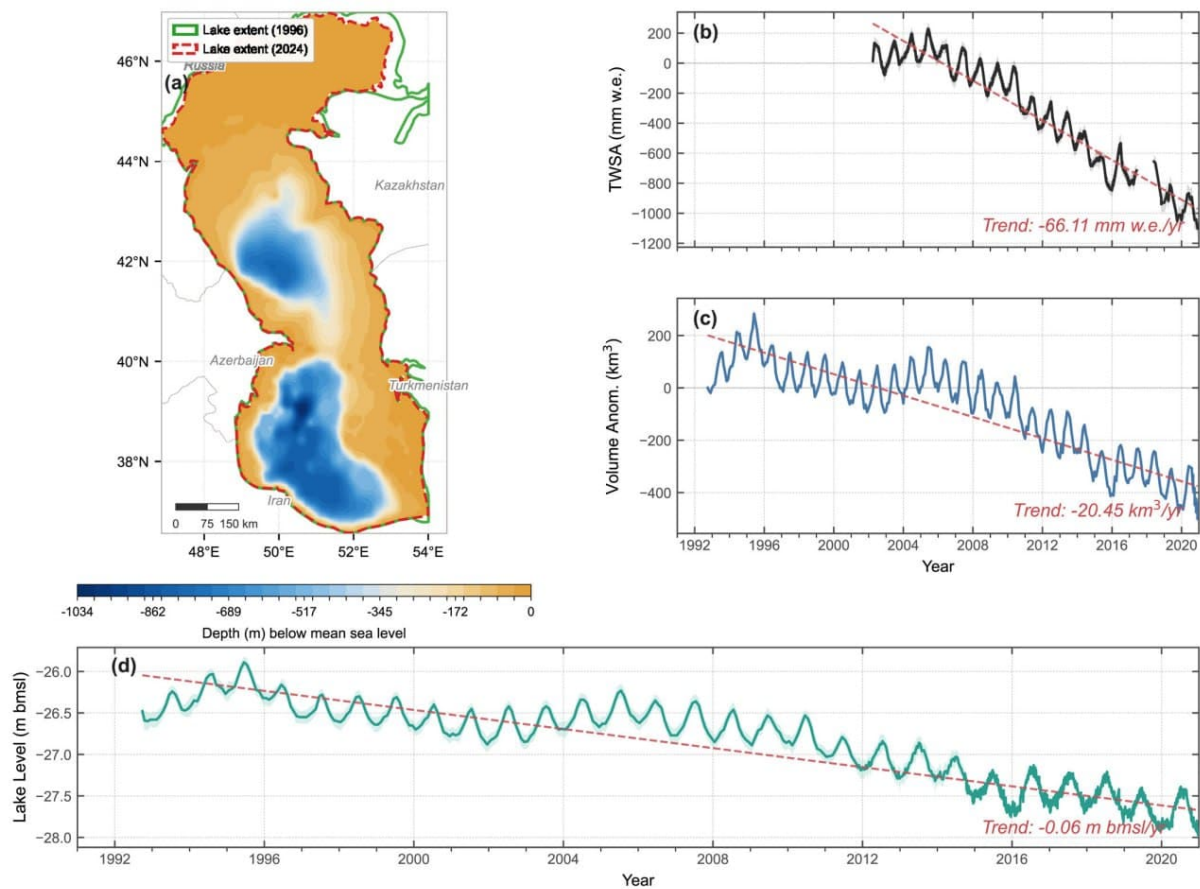
В издании Earth's Future опубликовали статью американских исследователей, попробовавших проанализировать причины случившегося. Им удалось показать, что прежние объяснения (ростом испарения на поверхности водоема и питающих его рек) не работают.

Ученые с помощью совокупности наземных и спутниковых наблюдений установили, что общая потеря емкости Каспия по воде с 1990-х до начала 2020-х составила 630 кубических километров. Однако рост потерь на испарение из-за роста температур никак не может объяснить более 37 % от этого показателя.

Более того, по мере отступления моря его потери на испарение тормозятся, потому что площадь сокращается сильнее всего в северных, мелководных частях водоема, где вода как раз из-за малой глубины прогревается и испаряется лучше всего. Получается, у Каспийского моря есть механизм «самоторможения обмеления». Но почему-то даже он не может остановить падение уровня моря сразу на 7,77 сантиметра в год.

По-настоящему сложный вопрос: что отвечает за остальные 63 % потери воды морем? Исследователи достоверно установили, что причина в снижении годового стока рек в Каспий на 42 кубических километра в год. Из них 32 кубических километра дало падение стока Волги. Ясно, что это не вызвано изменением климата: исследователи отметили, что осадки в бассейне Волги растут более чем на 11 миллиметров в год. Ранее Naked Science писал, что рост уровня осадков вообще неизбежное последствие глобального потепления и наблюдается по всему миру (кроме экватора, где роста температур за время потепления практически нет).

⁸ Источник: <https://naked-science.ru/article/climate/kaspijskoe-more-stalo-men> Опубликовано 23.06.2026



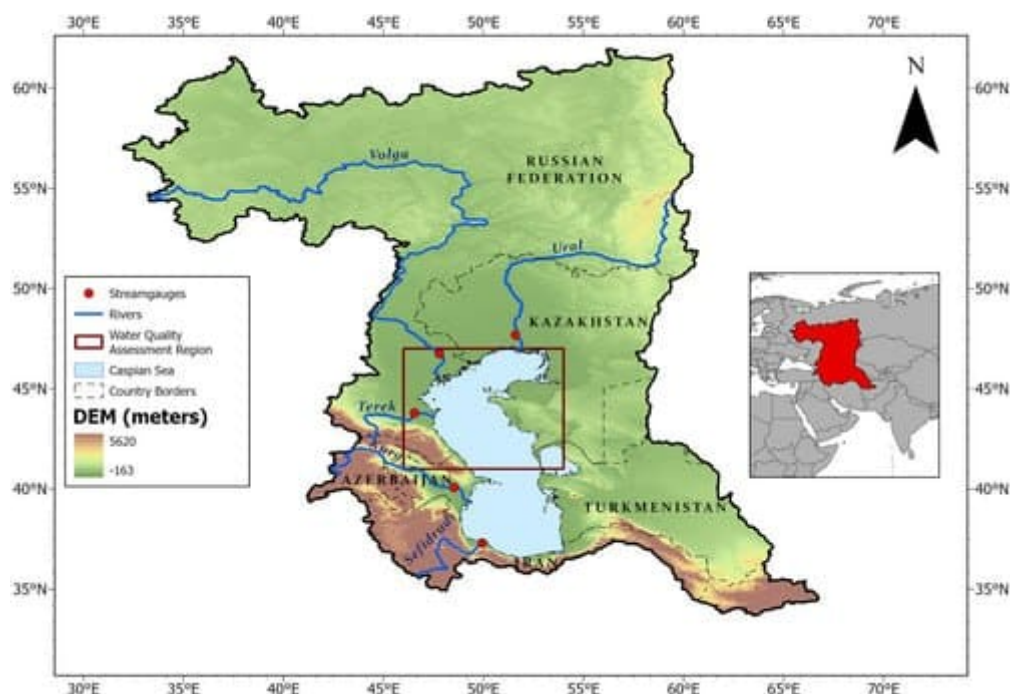
Зеленым показаны максимальные границы Каспийского моря до начала его отступления треть века назад. Красным выделили современные границы. Цветом самого моря указана его глубина

Но на этом установленные факты заканчиваются. Авторы научной работы предположили, что причина уменьшения стока рек при росте количества осадков в некоей антропогенной деятельности, и пожаловались, что точные цифры по этому вопросу трудно получить, поскольку они отсутствуют в открытом доступе.

На практике они не ознакомились с ними скорее из-за языкового барьера: на русском несложно найти работы об изменениях антропогенного использования вод Волги. Из статей на эту тему следует, что в реальности из-за крушения СССР использование вод реки человеком с 1991 года по начало 2020-х снизилось в 2,3 раза.

Фактор гидротехнических сооружений, который ученые упомянули в новой работе, тоже не может объяснять происходящее. Хотя ГЭС на Волге и Каме немало, потери воды с их зеркал невелики. Так происходит потому, что рост испарения во многом компенсируется тем, что водохранилища

летом «перехватывают» намного больше воды, чем река перехватывала до строительства на ней водохранилищ.



Бассейны рек, питающих Каспий. 90 процентов стока в него – Волга

Например, Куйбышевское водохранилище теряет испарением 2,8 кубического километра воды в год, а получает с осадками 2,4 кубического километра. То есть общие нетто-потери со всех волжских водохранилищ всего несколько кубических километров в год. Самое важное: они теряли примерно столько же и до 1991 года. Да, из-за роста температур нетто-потери чуть возросли, но величина этого роста более чем на порядок уступает падению стока Волги (32 кубокилометра в год).

Поиск среди русскоязычных научных работ, впрочем, тоже не добавил ясности о причинах падения стока. Из-за резкого (до метра) уменьшения глубины промерзания почвы в бассейне Волги за последние 30 лет часть осадков действительно может уходить в грунтовые воды, а не стекать с рекой в Каспий.

Но в то же самое время зимние стоки Волги растут: то, что раньше лежало снегом до весны, сейчас с зимними дождями уходит вниз по реке в море.

В теории расход воды в бассейне Волги можно объяснить глобальным озеленением. Как писал Naked Science, этот процесс бурного увеличения зеленой биомассы наблюдается по всему миру. И как показывают

спутниковые снимки, одним из самых быстро зеленеющих мест Земли стала Россия, включая Поволжье. На иллюстрации можно видеть, насколько масштабен этот процесс именно там.

К сожалению, невозможно сказать, насколько именно расход воды бурно разросшейся в Поволжье растительностью увеличил процент использования дождевых вод «на месте», в ущерб его стоку в Каспий. Дело в том, что российские ученые вообще редко употребляют словосочетание «глобальное озеленение», хотя его впервые предсказал исследователь из нашей страны. Чаще говорят об обратном процессе засух, вызванных потеплением. Факт того, что антропогенные выбросы CO₂ привели к глобальному озеленению, причем в России даже быстрее, чем на планете в целом, в норме не озвучивают.

Каспийское море не всегда будет мелеть. Как мы уже разбирали, глобальное потепление через небольшое число десятилетий приведет к резкому росту осадков над этим морем и его быстрому наступлению на окружающую сушу. В последнее стремительное потепление оно достигало юга современной Саратовской области, огромные пространства современных Калмыкии, Волгоградской, Астраханской областей и Казахстана были морским дном. Сходная картина ожидает людей в близком будущем – по крайней мере, если прилегающие к этому морю страны и дальше будут оставаться в неведении о его будущем быстром подъеме.

Выход Афганистана из гидрополитической ловушки⁹

Афганистан, расположенный в верховьях крупных речных систем, питающих Иран, Пакистан, Узбекистан и Туркменистан, рассматривается как горный гидроэнергетический центр Центральной и Южной Азии. Однако на протяжении десятилетий вооружённые конфликты существенно сдерживали развитие страны. Вследствие ограниченных возможностей по строительству плотин, каналов и современных ирригационных систем Афганистан исторически использовал значительно меньшие объёмы водных ресурсов, чем те, на которые он мог бы претендовать исходя из своего географического положения. В то же время государства, расположенные ниже по течению, постепенно сформировали структурную зависимость от нере-

⁹ Источник: Breaking Afghanistan's Hydro-Political Trap / <https://waterpolitics.com/breaking-afghanistans-hydro-political-trap/> Опубликовано 15.06.2026

гулируемого естественного стока афганских рек и со временем стали воспринимать сложившуюся ситуацию как устойчивую и неизменную

Данный исторический дисбаланс трансформировался в своеобразную гидрополитическую ловушку, в которой Афганистан оказался под воздействием двух противоположных структурных факторов. С одной стороны, страна сталкивается с зависимостью соседних государств, расположенных ниже по течению, от существующего режима речного стока. В связи с этим любые односторонние попытки развития водохозяйственной инфраструктуры воспринимаются соседями как потенциальная угроза, способная спровоцировать региональную дестабилизацию. С другой стороны, Афганистан испытывает серьёзные финансовые и технические ограничения. Отсутствие достаточных инвестиционных ресурсов, современного инженерного потенциала и высококачественной строительной базы повышает риск создания малоэффективных гидротехнических систем, что может привести к потерям воды и долгосрочным экологическим последствиям

Сохранение существующего положения не представляется возможным, поскольку это фактически обрекает миллионы жителей Афганистана на продолжение бедности и хроническую продовольственную небезопасность. Вместе с тем любые активные действия, особенно предпринимаемые в одностороннем порядке, могут стать источником напряжённости и вызвать региональную конфронтацию.

Несмотря на экономическую изоляцию и усиливающееся воздействие климатических изменений, администрация «Талибана» продолжает реализацию водохозяйственных проектов. В качестве наиболее значимого из них рассматривается канал «Кош-Тепа», который предусматривает отвод до 15 % стока реки Амударья для орошения сотен тысяч гектаров земель на севере Афганистана. Однако в условиях гидрополитической взаимозависимости увеличение объёмов орошения в одной стране может приводить к сокращению водообеспеченности в других государствах бассейна.

Для Узбекистана и Туркменистана сокращение стока Амударьи может создать серьёзные риски для жизненно важных отраслей экономики, включая хлопководство, производство пшеницы и пищевую промышленность. На западном направлении разногласия, связанные с распределением водных ресурсов, уже становились источником дипломатической напряжённости в отношениях с Ираном, тогда как Пакистан выражал обеспокоенность планами Афганистана по строительству плотин на реке Кабул. Данная ситуация отражает сложный характер внешних ограничений, с которыми сталкивается Афганистан. С одной стороны, соседние государства объективно заинтересованы в сохранении существующего режима исполь-

зования трансграничных водных ресурсов, что снижает их заинтересованность в ускоренном развитии афганской водохозяйственной инфраструктуры. С другой стороны, продолжающаяся международная изоляция и отсутствие политического признания ограничивают доступ Афганистана к международной технической помощи, инвестициям необходимым для создания эффективных, водосберегающих и климатически устойчивых систем управления водными ресурсами.

Обращается внимание на то, что в настоящее время Афганистан использует транспортный маршрут через Узбекистан для импорта пшеницы с целью компенсации дефицита внутреннего производства. Возможное усиление напряженности вокруг проекта канала «Кош-Тепа» способно негативно отразиться на функционировании данного важного торгового коридора. При отсутствии своевременного перехода к механизмам совместного управления водными ресурсами регион может столкнуться с повышением риска возникновения конфликтов за доступ к ресурсам, усугубляемых последствиями изменения климата.

Для урегулирования сложившейся ситуации предлагается отказаться от подхода, основанного на принципе «нулевой суммы», предполагающего противопоставление национальных интересов в сфере водопользования, и перейти к поиску решений, ориентированных на максимизацию взаимных выгод на региональном уровне. В условиях отсутствия международного политического признания администрации «Талибана» традиционные механизмы межгосударственных соглашений имеют ограниченный потенциал применения. Продвижение к взаимоприемлемым решениям может обеспечиваться посредством развития технического сотрудничества, формирования общих экономических стимулов и внедрения механизмов адаптации к изменению климата. В качестве возможных путей выхода из существующего тупика выделяются три ключевых направления.

В качестве первого направления предлагается перейти от концепции «разделения водных ресурсов» к концепции «разделения выгод». Сосредоточение исключительно на количественном распределении водных ресурсов с высокой вероятностью будет способствовать усилению противоречий между государствами бассейна. Вместо этого целесообразно ориентироваться на совместное использование широкого спектра выгод, связанных с водными ресурсами. Афганистан испытывает значительную потребность в электроэнергии и в настоящее время импортирует ее из Узбекистана, Туркменистана и Ирана по относительно высоким тарифам. В этой связи рассматривается возможность формирования взаимовыгодного механизма сотрудничества, в рамках которого государства, расположенные ниже по течению, могли бы обеспечивать поставки более доступной и надежной электроэнергии, тогда как Афганистан принял бы на себя обязательства по регулированию стока гидротехнических сооружений для поддержания

предсказуемого режима водоснабжения в периоды максимальной потребности сельского хозяйства стран нижнего течения.

В качестве примера подобного подхода приводится опыт сотрудничества Узбекистана, Казахстана и Кыргызстана в реализации проекта гидроэлектростанции «Камбарата-1», предусматривающего производство электроэнергии в летний период и одновременное регулирование речного стока в интересах сельскохозяйственных потребителей, расположенных ниже по течению. Данная модель могла бы быть адаптирована для афганского контекста, способствуя достижению договорённостей с государствами низовьев и привлечению внешних инвестиций для реализации проектов в бассейнах рек Амударья и Кабул. Инициатива Китая, озвученная в 2017 г. и предусматривавшая строительство крупной плотины на реке Кунар с последующей совместной эксплуатацией Афганистаном и Пакистаном, могла бы быть вновь рассмотрена и доведена до практической реализации.

Кроме того, обращается внимание на значительный импорт овощной продукции странами, расположенными ниже по течению, в частности Туркменистаном. Предоставление приоритетного доступа афганским производителям к соответствующим рынкам могло бы создать дополнительные стимулы для переориентации сельского хозяйства Афганистана с водоёмких культур на выращивание овощей, характеризующихся меньшим водопотреблением и иными сезонными циклами производства. По мнению авторов данного подхода, такая трансформация способствовала бы экономии водных ресурсов в масштабах всего бассейна. Устойчивые и бесперебойные торговые связи способны укреплять взаимное доверие между странами и формировать основу для дальнейшего развития регионального сотрудничества.

В качестве второго направления предлагается осуществить модернизацию ирригационных систем с учётом трансграничного характера использования водных ресурсов. Государства, расположенные ниже по течению, не обладают достаточными финансовыми возможностями для самостоятельного инвестирования в модернизацию сельскохозяйственного сектора Афганистана. Однако они могли бы содействовать формированию правовых и дипломатических механизмов, способствующих привлечению финансирования из внешних источников, включая международные климатические фонды, для модернизации афганского сельского хозяйства посредством внедрения субсидируемых водосберегающих технологий.

Важно отметить, что ответственность за адаптацию к изменяющимся условиям водообеспечения не должна возлагаться исключительно на Афганистан. Государства, расположенные ниже по течению, также располагают значительным потенциалом для повышения эффективности исполь-

зования водных ресурсов и сокращения существующих потерь. Несмотря на предпринимаемые Узбекистаном меры по внедрению водосберегающих технологий, Туркменистан и Пакистан в значительной степени продолжают использовать традиционные методы поверхностного орошения, характеризующиеся существенными потерями воды вследствие испарения и фильтрации. Более широкое применение технологий капельного орошения, транспортировки воды по закрытым трубопроводам, а также современных методов облицовки каналов позволило бы государствам низовьев существенно повысить эффективность водопользования и частично компенсировать возможное сокращение речного стока, обусловленное как последствиями изменения климата, так и увеличением водозабора на территории Афганистана.

В качестве третьего направления предлагается создание Афганистаном и соседними государствами общей информационной базы по водным ресурсам. На данном этапе прямой двусторонний обмен гидрологическими данными может быть затруднён по политическим причинам. Данное ограничение может быть частично преодолено за счёт использования нейтральных систем дистанционного зондирования, функционирующих при участии третьих сторон. В качестве возможных инструментов рассматриваются платформа Flood Hub от Google, предназначенная для раннего предупреждения о наводнениях, а также Сеть систем раннего предупреждения о голоде (FEWS NET), осуществляющая мониторинг гидрологических и агроклиматических тенденций. Использование таких систем позволит сформировать объективную и общепризнанную информационную базу, способную служить основой для укрепления регионального сотрудничества.

Обеспечение продовольственной безопасности населения Афганистана является одной из ключевых задач национального развития и не может быть поставлено в зависимость исключительно от необходимости сохранения существующих моделей водопользования в соседних странах. В то же время отмечается, что развитие водохозяйственной инфраструктуры без достаточного уровня эффективности, координации и учёта интересов государств бассейна может сопровождаться значительными экологическими и геополитическими рисками. Наиболее устойчивым подходом является отказ от восприятия трансграничных рек исключительно как объектов национальной юрисдикции и переход к их рассмотрению в качестве общих экосистем, требующих согласованных механизмов управления. Афганистан нуждается в конструктивном международном взаимодействии и технической поддержке, которые позволили бы решать задачи обеспечения населения продовольствием и водными ресурсами, не создавая дополнительных источников напряжённости в регионе.

Нарастающий дефицит воды в Центральной Азии представляет угрозу для региона и соседних государств¹⁰

Проблема нехватки воды в пяти странах Центральной Азии продолжает усугубляться. В настоящее время ситуация достигла такой степени, что «страны с избытком воды», расположенные в верховьях рек, – Кыргызстан и Таджикистан – уже не располагают достаточными водными ресурсами для их передачи вниз по течению трём другим государствам региона – Казахстану, Туркменистану и Узбекистану, которые традиционно относятся к «странам с дефицитом воды». Данная проблема и предполагаемый механизм её решения, определявший водную политику в советский период, когда распределение водных ресурсов контролировалось Москвой, и по-прежнему во многом влияющий на представления многих политиков и экспертов как в регионе, так и за его пределами, более не соответствуют современным реалиям.

Изменение климата, стремительный рост населения и неэффективная ирригационная политика привели к тому, что в Центральной Азии фактически больше не осталось стран с «избытком воды». Международное сообщество лишь постепенно начинает осознавать эту новую реальность.

Хотя водный кризис подрывает экономический рост и стабильность каждой из стран Центральной Азии, он также усиливает напряжённость в отношениях между ними. Государства региона вынуждены как самостоятельно, так и совместно искать решения за пределами Центральной Азии, всё чаще предупреждая о том, что без своевременной внешней поддержки регион может столкнуться с дальнейшей дестабилизацией и масштабными потоками беженцев в соседние страны. Если не будут выработаны более комплексные подходы, постоянно растущая потребность стран Центральной Азии в воде и их неспособность решить эту проблему собственными силами могут стать одной из основных и всё более значимых причин нестабильности и конфликтов как внутри отдельных государств, так и в отношениях между ними. Кроме того, вероятно дальнейшее усиление напряжённости в отношениях стран Центральной Азии с Афганистаном, Китайской Народной Республикой (КНР) и Российской Федерацией. Каждое из этих государств сталкивается с собственными проблемами в сфере водных ресурсов и преследует собственные стратегические цели, стремясь

¹⁰ Источник: Growing Water Shortages in Central Asia Threaten Region and its Neighbors

/ <https://jamestown.org/growing-water-shortages-in-central-asia-threaten-region-and-its-neighbors/>
Опубликовано 16.06.2026

использовать водный кризис в Центральной Азии для продвижения своих национальных интересов

Засухи последних нескольких лет привели к тому, что водный кризис в Центральной Азии приобрёл беспрецедентные масштабы. Даже страны, которые долгое время считались «обладающими избытком воды», уже не располагают достаточными водными ресурсами, чтобы гарантировать сохранение своих крупных озёр от участи Аральского моря, обеспечение растущих городов важнейшими продовольственными культурами и предотвращение оттока населения, вынужденного искать доступ к воде за пределами своих стран. Эта «идеальная буря» является результатом сочетания трёх факторов, каждый из которых сам по себе представляет серьёзную проблему, а в совокупности они создают масштабную угрозу для региона.

Во-первых, глобальное потепление привело к сокращению стока рек, берущих начало в горных районах, где ледники тают беспрецедентными темпами.

Во-вторых, продолжающийся быстрый рост населения опережает возможности местных правительств по обеспечению населения необходимыми ресурсами и услугами.

В-третьих, системы водоснабжения как в городах, так и, особенно, в сельскохозяйственных районах остаются недостаточно развитыми и крайне неэффективными с точки зрения использования водных ресурсов.

Страны Центральной Азии всё чаще вынуждены искать дополнительные источники воды за пределами региона. В первую очередь их внимание обращено на Российскую Федерацию, поскольку вновь обсуждается возможность пересмотра ранее разработанных проектов переброски части стока сибирских рек в Центральную Азию. Кроме того, рассматривается возможность получения доступа к водным ресурсам Китайской Народной Республики (КНР), часть речного стока которой потенциально может быть перенаправлена в регион. Наряду с этим изучаются возможности использования водных ресурсов Афганистана, хотя в странах Центральной Азии сохраняется обеспокоенность в связи с реализацией крупного водохозяйственного проекта в Кабуле, который может привести к дальнейшему сокращению притока воды в речную систему региона. На сегодняшний день продвижение по этим направлениям сдерживается двумя основными факторами. С одной стороны, Российская Федерация, КНР и Афганистан сами сталкиваются с нарастающими проблемами в сфере водообеспечения и не заинтересованы в выделении значительных ресурсов на поддержку других стран, испытывая собственный дефицит воды. С другой стороны, государства Центральной Азии, вместо выработки согласованного регионального подхода, реализуют преимущественно национальные стратегии, которые

нередко противоречат друг другу. Этой ситуацией стремятся воспользоваться Москва, Пекин и Кабул, предлагая доступ к водным ресурсам государствам, готовым сотрудничать с ними по другим вопросам, и ограничивая такую возможность для тех, кто предпочитает проводить более независимую политику.

Возникший в результате тупик, в свою очередь, породил всё более тревожные прогнозы относительно возможных последствий отсутствия внешней поддержки для Центральной Азии. Всё чаще высказываются опасения не только по поводу вероятного экономического и социального коллапса и усиления экстремистских настроений, но и относительно того, что дальнейшее истощение водных ресурсов в странах региона может вынудить миллионы людей покинуть свои дома и искать убежище в других государствах, в том числе в Российской Федерации. Так, узбекский учёный Равшан Назаров высказал предположение, что, если в ближайшее время Центральная Азия не получит дополнительные водные ресурсы от соседних стран, регион могут покинуть до 100 миллионов человек, что способно привести к возникновению крупнейшего в мире кризиса беженцев, основное бремя которого ляжет на Российскую Федерацию.

Особую обеспокоенность у ряда российских экспертов, занимающихся данной проблематикой, вызывает тот факт, что такие международные организации, как Всемирный банк, фактически поддержали эти крайне тревожные прогнозы и призвали уже сейчас принять меры для предотвращения возможного кризиса. В ответ на подобные оценки сформировались, по меньшей мере, три основные позиции. Во-первых, некоторые российские эксперты утверждают, что у Москвы нет иного выбора, кроме как содействовать обеспечению стран Центральной Азии дополнительными водными ресурсами, чтобы предотвратить возможный рост миграционных потоков, в том числе мусульманского населения, в Российскую Федерацию. Во-вторых, другие полагают, что Кремлю следует усилить меры по обеспечению безопасности на южных рубежах страны, чтобы ограничить потенциальный приток мигрантов. В-третьих, существует точка зрения, согласно которой водный кризис затрагивает не только Центральную Азию и что Москве следует добиваться более активного участия международного сообщества в его урегулировании, а не брать на себя основное бремя решения этой проблемы в одиночку. Китайская Народная Республика, по видимому, обладает большей свободой действий, поскольку для неё потенциальные издержки, связанные с перераспределением водных ресурсов, оцениваются как менее значительные. В этой связи Пекин демонстрирует более высокую готовность к сотрудничеству. Афганистан также выражает готовность к переговорам, однако не намерен сокращать масштабы реализации собственных водохозяйственных проектов в той степени, на которой настаивали бы страны Центральной Азии. Это вызывает растущее недо-

вольство не только в государствах региона, но и в Российской Федерации и КНР.

Пока мало что свидетельствует о том, что водный кризис в Центральной Азии будет преодолен в ближайшей перспективе. Напротив, существует высокая вероятность его дальнейшего обострения, возможно, уже этой осенью, если страны региона столкнутся с неурожаем или снижением урожайности сельскохозяйственных культур. В таком случае последствия затронут не только пять государств Центральной Азии и их соседей – Афганистан, Китай и Российскую Федерацию, – но и международное сообщество в целом.

Война с Ираном: удар по стране в условиях острого водного кризиса¹¹

Амит Ранджан, Набила Сиддики

В ходе войны с Ираном объекты водохозяйственной инфраструктуры стали одной из стратегических целей, что напоминает ситуацию во многих вооружённых конфликтах прошлого и настоящего. Иран неоднократно обвинял США и Израиль в нанесении ударов по объектам водоснабжения и водохозяйственной инфраструктуры, включая опреснительные установки, водопроводы и другие объекты гражданского назначения. Так, в начале марта Тегеран заявил, что в результате удара США по установке по опреснению воды на иранском острове Кешм были нарушены поставки питьевой воды примерно в 30 населённых пунктов. В том же месяце президент США Дональд Трамп заявил: «Я могу в течение ближайшего часа вывести из строя объекты – электростанции, которые производят электричество, и системы водоснабжения. У них повсюду установлены опреснительные установки. Мы можем предпринять такие действия, которые нанесут им столь серьёзный ущерб, что они буквально никогда больше не смогут восстановить свою страну». Согласно сообщениям ряда средств массовой информации, в результате последней волны американских ударов были повреждены два водохранилища, вследствие чего около 20 тысяч жителей в окрестностях города Сирик на юге Ирана остались без доступа к питьевой

¹¹ Источник: Amit Ranjan, Nabeela Siddiqui. The Iran War: Attack on Thirsty Nation / <https://www.geopoliticalmonitor.com/the-iran-war-an-attack-on-thirsty-nation/> Опубликовано 11.06.2026

воде. В свою очередь, Тегеран также обвиняют в нанесении ударов по водоочистным сооружениям в Объединённых Арабских Эмиратах, Кувейте и Бахрейне.

С точки зрения международного права атаки на объекты водохозяйственной инфраструктуры противоречат ряду международно-правовых актов и принципов, направленных на защиту гражданского населения и жизненно важных объектов. К их числу относятся положения доклада 57-й Конференции Ассоциации международного права, Конвенция ООН о праве несудоходных видов использования международных водотоков 1997 г., а также проект Женевского перечня принципов защиты объектов водохозяйственной инфраструктуры.

Иран сталкивается с масштабным водным кризисом, предпосылки которого сформировались задолго до начала нынешнего вооружённого конфликта. Согласно имеющимся прогнозам, объём доступных водных ресурсов в стране может сократиться с примерно 670 млрд куб. м в 2019 г. до около 540 млрд куб. м к 2080 г. Одновременно ожидается увеличение спроса на воду примерно на 30 % к 2050 г., что связывается прежде всего с ростом численности населения. По оценкам специалистов, более 70 % водоносных горизонтов Ирана эксплуатируются с превышением уровня их естественного восполнения. При этом около 90 % имеющихся водных ресурсов потребляется сельскохозяйственным сектором, который обеспечивает около 12 % ВВП страны и около 14 % общей занятости населения.

Согласно данным проекта *Aqueduct* Всемирного института ресурсов, Иран относится к числу государств с крайне высоким уровнем водного риска. Иранский учёный Кавех Мадани, которому принадлежит введение в научный оборот концепции «водного банкротства», отмечает, что сложившаяся ситуация не может быть объяснена каким-либо одним фактором. По его мнению, ключевыми причинами водного кризиса являются неэффективное управление водными ресурсами, а также продолжение инвестирования в виды деятельности, осуществляемые без учёта ресурсных ограничений и долгосрочных последствий изменения климата. Под «водным банкротством» понимается устойчивое посткризисное состояние водохозяйственной системы, при котором объёмы водозабора систематически превышают поступление возобновляемых ресурсов пресной воды. Такое состояние характеризуется тем, что восстановление исторических уровней водообеспечения и нормального функционирования экосистем становится невозможным без несоразмерно высоких социальных, экономических или экологических издержек.

По мнению ряда аналитиков, развитие водохозяйственной инфраструктуры в Иране на протяжении длительного времени осуществлялось с приоритетом политических интересов и получения экономической выгоды,

тогда как вопросы рационального использования водных ресурсов, охраны окружающей среды и обеспечения благосостояния населения нередко оставались на втором плане. Согласно результатам опроса «Отношение иранцев к 12-дневной войне», проведённого в период с 24 по 28 сентября 2025 г., около 75 % из 30 372 опрошенных граждан Ирана назвали основными причинами дефицита воды и электроэнергии неэффективное государственное управление и внутренние системные проблемы. Ещё 14 % респондентов связывали сложившуюся ситуацию с природно-климатическими факторами, тогда как лишь 4 % указывали на влияние международных санкций.

Неэффективное управление водными ресурсами в сочетании с последствиями изменения климата оказывает всё более серьёзное воздействие на социально-экономическое развитие страны. Так, в конце 2022 г. и начале 2023 г. около 270 городов и населённых пунктов Ирана столкнулись с острой нехваткой воды. По данным Иранской компании по управлению водными ресурсами, совокупный объём запасов воды в этот период составлял около 18 млрд куб. м, при этом примерно 63 % водохранилищ страны находились в критическом состоянии либо были практически пусты. Многие крупные водные объекты Ирана продолжают сокращаться, а затяжные засухи способствуют усилению миграции населения из сельских районов в города. В 2025 г. президент Ирана Масуд Пезешкиан, признавая серьёзность существующих вызовов в сфере водоснабжения, заявил о необходимости принятия безотлагательных мер и допустил возможность переноса столицы в другой регион страны. Особую обеспокоенность вызывает ситуация в Тегеране, где вследствие интенсивной эксплуатации подземных вод происходит проседание грунта. По имеющимся оценкам, отдельные районы столицы ежегодно опускаются примерно на 30 см.

Дополнительным фактором, усугубляющим водный стресс в Иране, является зависимость страны от трансграничных водных ресурсов, формирующихся на территории Афганистана, который сам испытывает серьёзный дефицит воды. Водные разногласия между двумя государствами имеют длительную историю и восходят к 1870-м годам. В целях регулирования использования общих водных ресурсов в 1973 г. стороны подписали Договор по реке Гильменд, однако его реализация неоднократно становилась предметом споров. Одной из основных причин обострения противоречий в последние годы стало активное развитие гидротехнической инфраструктуры на афганской стороне. В частности, в 2021 г. тогдашний президент Афганистана Ашраф Гани принял участие в церемонии открытия плотины «Камаль-Хан» на реке Гильменд. В 2024 г. Тегеран обратился к властям Афганистана с предложением пересмотреть технические параметры и режим эксплуатации плотины. В 2022 г. была завершена вторая очередь строительства плотины Каджаки на реке Гильменд. Кроме того, в ав-

густе 2025 г. движение «Талибан» завершило строительство плотины Пашдан на реке Харируд в провинции Герат. Объём её водохранилища составляет около 54 млн куб. м воды. Реализация данного проекта вызвала серьёзную обеспокоенность иранской стороны. В 2023 г. на ирано-афганской границе произошла вооружённая стычка между подразделениями Корпуса стражей Исламской революции и силами движения «Талибан», в результате которой погибли двое иранских пограничников и один представитель афганской стороны.

Водный кризис в Иране нередко вызывал протесты. Одним из первых наиболее заметных проявлений общественного недовольства стали протесты 2018 г., в ходе которых фермеры обвиняли власти в неэффективном управлении водными ресурсами. В июле 2021 г. дефицит воды спровоцировал масштабные протесты в южной провинции Хузестан, где проблемы водоснабжения наложились на сложную социально-экономическую ситуацию. Аналогичные процессы наблюдались и в 2025 г., когда нехватка воды в сочетании с регулярными перебоями в электроснабжении вновь вызвала общественное недовольство в ряде регионов страны. В январе 2026 г. протестная активность получила дальнейшее развитие. Непосредственными поводами для выступлений стали ужесточение мер экономии и валютный кризис. Последствия изменения климата и ухудшение ситуации с водоснабжением выступили одними из ключевых структурных факторов общественного недовольства. Накануне протестов водохозяйственная ситуация в стране продолжала ухудшаться. По имеющимся данным, около 19 водохранилищ находились на грани полного истощения. При этом большинство из пяти крупнейших водохранилищ, обеспечивающих водоснабжение Тегерана – Лар, Латян, Карадж (Амир-Кабир), Талеган и Мамлу, – функционировали в среднем лишь на 10 % от своей проектной ёмкости. С учётом прогнозируемых климатических изменений существует высокая вероятность дальнейшего усиления аридизации территории Ирана, способствуя дальнейшей эскалации существующих противоречий и напряжённости в обществе.

Нападения на объекты водохозяйственной инфраструктуры могут выступать фактором социальной дестабилизации внутри государства. В «Докладе ООН о развитии водных ресурсов мира за 2024 год» отмечается, что дефицит водных ресурсов способен усиливать как внутренние, так и внешние конфликты. Текущая ситуация в Иране не представляет собой прямого повторения ранее наблюдавшихся эпизодов социальной напряжённости, связанных с водным кризисом. Если в прошлом протестные выступления, как правило, были направлены против неэффективного управления водными ресурсами внутри страны, то в условиях внешнего воздействия на водохозяйственную инфраструктуру интерпретация причин водного дефицита может смещаться в сторону внешних факторов. Подобное

перераспределение общественного восприятия причин кризиса потенциально способно повлиять как на внутреннюю политическую динамику Ирана, так и на региональные процессы урегулирования и поддержания стабильности в целом.

Индия намерена не допустить поступления «ни одной капли воды» в Пакистан после приостановки действия Договора о водах Инда¹²

Арпан Рай

Индия принимает меры, направленные на предотвращение поступления воды на территорию соседнего Пакистана после приостановления в прошлом году действия ключевого двустороннего соглашения о совместном использовании водных ресурсов между двумя государствами. Об этом сообщил один из высокопоставленных членов индийского правительства.

В 2025 г. Индия приостановила действие Договора о водах реки Инд 1960 г. с Пакистаном после нападения в Кашмире, в результате которого погибли 26 человек.

По словам представителя федерального правительства Индии, Нью-Дели предпринимает шаги, направленные на то, чтобы в Пакистан не поступала «ни одна капля воды». Между двумя странами уже более года сохраняется дипломатическая напряжённость, связанная с трансграничной вооружённой активностью и столкновениями, последовавшими за кратковременным четырёхдневным конфликтом в мае 2025 г.

Министр водных ресурсов Индии К. Р. Патил заявил, что действие договора остаётся приостановленным и что после принятия соответствующего решения премьер-министром Нарендрой Моди предпринимаются все возможные усилия для предотвращения поступления воды в Пакистан. Он также отметил, что по поручению премьер-министра министр внутренних дел Амит Шах осуществляет личный контроль над данным вопросом, а профильные ведомства продолжают активную работу по его реализации.

¹² Источник: Arpan Rai. India ensuring 'not a single drop of water' flows into Pakistan after suspending major river-sharing treaty / <https://www.independent.co.uk/asia/india/india-pakistan-indus-water-treaty-modi-b2993159.html> Опубликовано 10.06.2026



Индия и Пакистан являются участниками Договора о водах Инда, регулирующего использование водных ресурсов шести рек бассейна Инда, истоки которых расположены на территории Индии, а течение распространяется и на территорию Пакистана, поскольку бассейн реки является общим для обеих стран.

Договор о водах Инда, заключённый в 1960 г. при посредничестве Всемирного банка, устанавливает порядок распределения и использования вод шести рек бассейна Инда, протекающих по территории обоих государств. В соответствии с соглашением права на использование вод трёх западных рек – Инда, Джелума и Ченаба – были предоставлены Пакистану, тогда как права на воды трёх восточных рек – Рави, Биаса и Сутледжа – были закреплены за Индией.

Водные ресурсы бассейна Инда, формирующиеся преимущественно на территории Индии, имеют жизненно важное значение для Пакистана. Миллионы жителей страны зависят от этих водных ресурсов для выработки гидроэлектроэнергии, обеспечения населения питьевой водой и орошения сельскохозяйственных угодий, учитывая ведущую роль сельского хозяйства в экономике страны.

В соответствии с положениями Договора о водах Инда Индия обязана ежегодно обеспечивать поступление в Пакистан около 53,0 млрд м³ во-

ды. Этот объём составляет приблизительно 80 % совокупных поверхностных водных ресурсов Пакистана и играет критически важную роль в обеспечении водоснабжения сельского хозяйства, городских агломераций и гидроэнергетического сектора страны.

Договор предоставляет Индии право на ограниченное использование вод западных рек в непотребительских целях, включая выработку гидроэлектроэнергии, однако запрещает осуществлять регулирование стока таким образом, которое могло бы ограничить доступ Пакистана к данным водным ресурсам.

Пакистан, в свою очередь, обвинил Индию в использовании водных ресурсов в качестве инструмента политического и стратегического давления и заявил, что будет рассматривать любые попытки изменить режим стока трансграничных водотоков, способные повлиять на поступление воды на его территорию, как акт войны.

Города Юго-Восточной Азии уходят под воду: названа неожиданная причина¹³

Глобальное повышение уровня моря обычно связывают с изменением климата: таянием ледниковых щитов и тепловым расширением океанов. Но для прибрежных городов важнее относительный уровень моря, то есть насколько высоко вода поднимается относительно конкретного участка суши. Если земля под городом опускается, даже небольшое повышение уровня океана становится катастрофой.

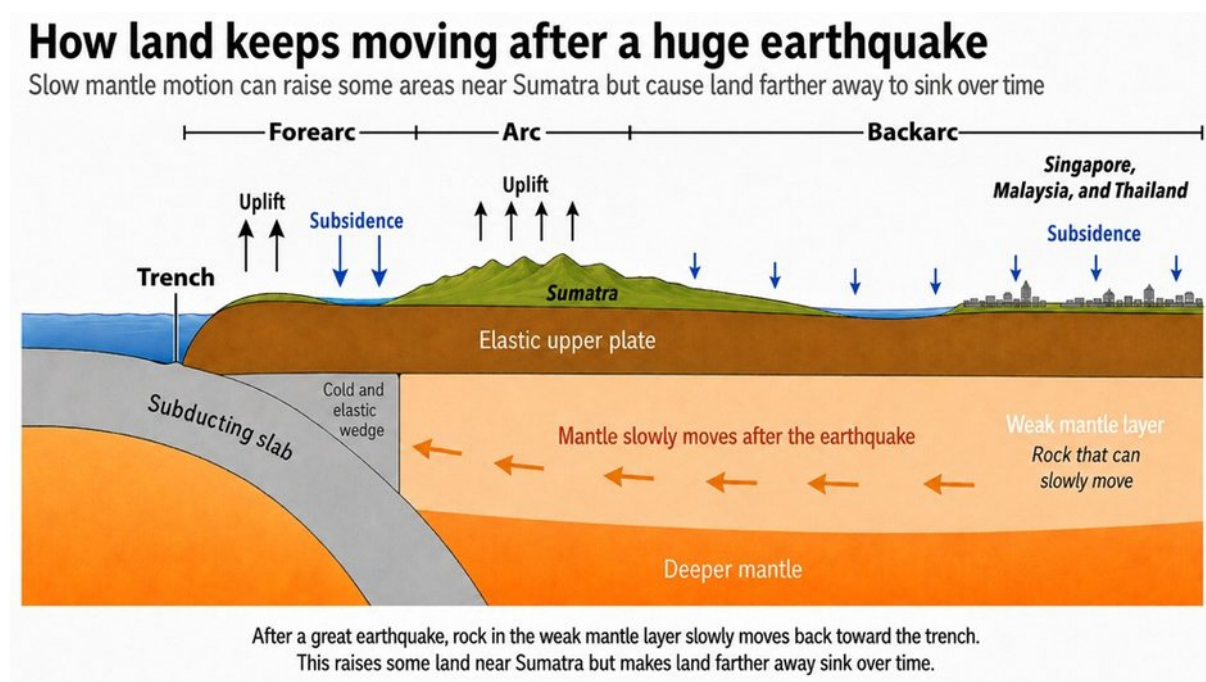
Исследователи из Обсерватории Земли Наньянского технологического университета в Сингапуре обнаружили фактор, который до сих пор почти не учитывался в прогнозах – крупные землетрясения.

Команда изучила последствия двух мощных землетрясений в регионе – 2004 года (Суматра-Андаман) и 2012 года (котловина Уортон). Они проанализировали два десятилетия данных о движении земной поверхности, собранных с помощью GPS-станций в Сингапуре, Малайзии и Таиланде. Оказалось, что земля продолжала двигаться даже в местах, удаленных на сотни километров от эпицентров.

¹³ Источник: <https://science.mail.ru/news/52794-zemletryaseniya-opuskayut-goroda-azii-pod-vodu/>
Опубликовано 14.07.2026

Причина, как выяснили ученые, кроется глубоко под землей. Под Суматрой, в зоне за вулканической дугой (так называемый задуговый бассейн), существует слой горячих пород в верхней мантии. Этот слой – твердый, но достаточно слабый, чтобы медленно деформироваться под действием напряжений, вызванных землетрясением.

Когда происходят мощные землетрясения, они не просто сотрясают землю в течение нескольких минут. Они запускают медленную деформацию глубоко внутри Земли, которая может продолжаться годами. Это помогает объяснить, почему земля над этим слоем продолжает смещаться и проседать на протяжении многих лет.



Компьютерное моделирование подтвердило: наблюдаемые движения поверхности можно объяснить только в том случае, если этот слой горячих пород достаточно слаб, чтобы течь со временем. Таким образом, землетрясения запускают многолетнее проседание земли (land subsidence) на огромных территориях – в сотнях километров от эпицентра.

Для прибрежных городов это означает, что их уязвимость к наводнениям может быть недооценена. Современные прогнозы уровня моря фокусируются в основном на климатических факторах – таянии льдов и нагреве океана, но почти не учитывают, что сама земля под городами может опускаться. А это напрямую влияет на то, как быстро вода будет подниматься относительно береговой линии.

Большинство современных прогнозов уровня моря сосредоточены на климатических факторах. Но мы должны также смотреть на то, как дви-

жется земля под нашими ногами. Наше исследование показывает, что послеземлетрясное проседание – важный фактор региональных изменений относительного уровня моря. Включение этих глубинных геологических движений в наши модели поможет улучшить прибрежное планирование для низменных городов, – Эмма Хилл, старший автор исследования

Опубликованное в научном журнале *Communications Earth & Environment* исследование подчеркивает необходимость пересмотра стратегий защиты побережий с учетом не только климатических сценариев, но и сейсмической истории региона. Такие долгосрочные геодезические записи необходимы для понимания того, как твердая Земля реагирует на великие землетрясения и как эти процессы эволюционируют со временем.

Америка

Спутники NASA показали ржаво-оранжевые реки Аляски¹⁴

За последние годы спутниковые снимки, аэрофотосъемка и наземные исследования, охватившие более 1000 километров хребта Брукс на Аляске, зафиксировали необычное явление: вода в реках более чем 200 водосборных бассейнов изменила цвет с прозрачного на ржаво-оранжевый.



Ржаво-оранжевые воды реки Агашишок в национальном заповеднике Ноатак на Аляске

По словам ученых, большинство этих изменений произошло всего за последние 10–12 лет, совпав с заметным ростом температуры воздуха и грунта.

¹⁴ Источник: <https://naked-science.ru/community/1202466> Опубликовано 14.07.2026

Исследователи считают, что главной причиной появления «ржавых» рек стало ускоренное таяние вечной мерзлоты. По мере оттаивания почвы и горных пород вода начинает проникать в ранее недоступные слои земной коры. Там она вступает в реакцию с минералами, вымывая в ручьи и реки железо, серную кислоту и различные микроэлементы. Этот процесс напоминает кислотный дренаж шахт – хорошо известное экологическое явление, при котором вода, проходя через горные породы в районах заброшенных рудников, насыщается соединениями железа и окрашивается в характерный оранжевый цвет.

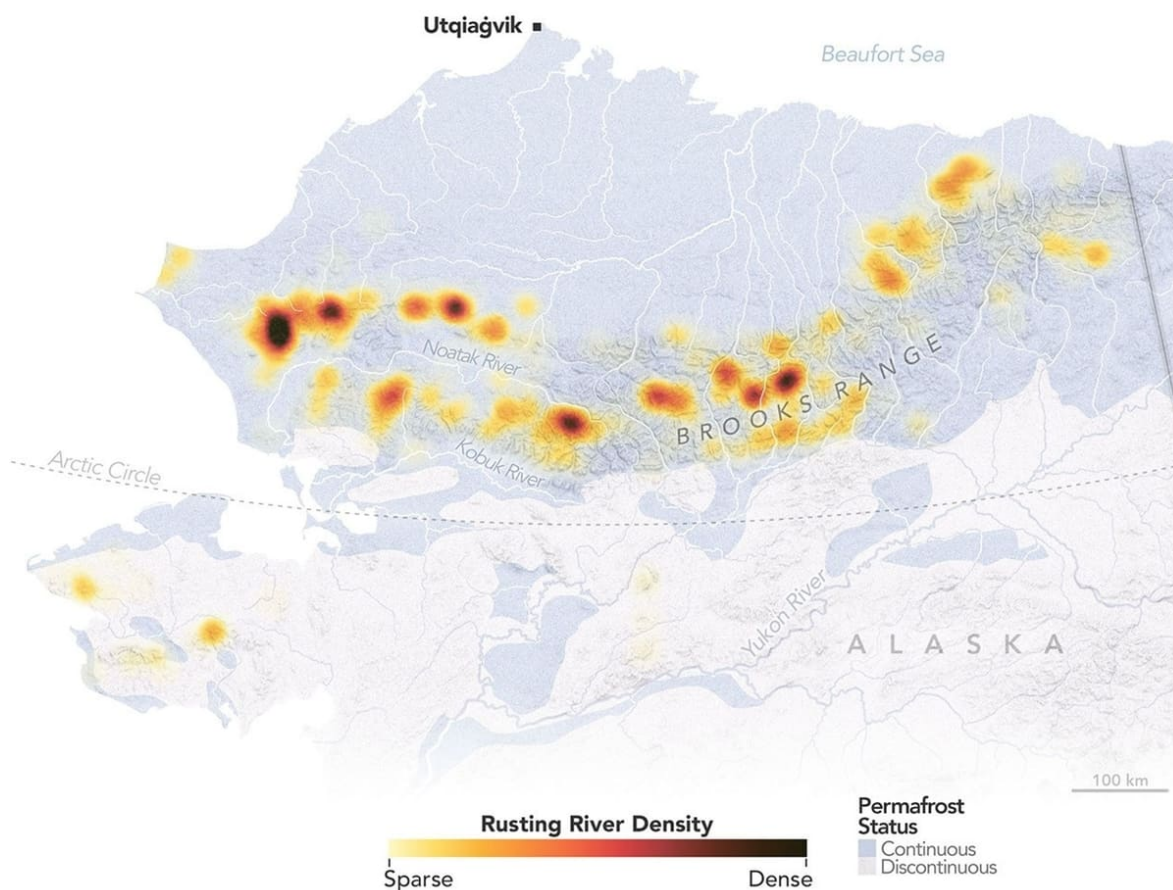
Дополнительную роль могут играть микроорганизмы. Разлагая органические остатки в оттаявшей почве, они образуют растворимые соединения железа, которые, попадая в насыщенную кислородом речную воду, быстро окисляются, создавая эффект «ржавчины».



Оранжевые воды рек Аляски

Лишь недавно ученые начали осознавать истинные масштабы этого явления.

Специалисты Службы национальных парков США, Геологической службы США и нескольких университетов сообщили о 75 реках на севере Аляски, которые недавно изменили цвет. Однако дальнейший анализ спутниковых снимков высокого разрешения позволил выявить еще около 200 подобных случаев.



Ржаво-оранжевые реки протекают по хребту Брукс на севере Аляски

Для определения времени появления необычной окраски исследователи использовали архив спутников Landsat, совместного проекта NASA и Геологической службы США.

В ходе исследования под руководством эколога Джона О’Доннелла, ученые рассчитали специальный индекс покраснения, основанный на анализе красного и синего спектральных диапазонов, чувствительных к присутствию гидроксидов железа в воде.

Результаты показали, что некоторые реки приобрели оранжевый цвет примерно в 2018 году и с тех пор остаются такими постоянно. Другие же меняли окраску лишь на определенное время, после чего вновь становились прозрачными.

Одним из самых ярких примеров стала река Агашашок в национальном заповеднике Ноатак. В 2019 году спутники Landsat зафиксировали резкое увеличение индекса покраснения. Наземные и воздушные обследования подтвердили наличие нескольких километров ярко-оранжевого русла, а растительность вокруг выходов подземных вод заметно потемнела.

Теперь исследователи намерены выяснить, какие именно условия запускают этот процесс и почему интенсивность окрашивания меняется от года к году и от сезона к сезону.

Одной из возможных причин называют глубокий снежный покров. Толстый слой снега зимой действует как теплоизоляция, защищая почву от сильных морозов и способствуя более раннему оттаиванию вечной мерзлоты летом. Кроме того, в периоды высокого уровня воды концентрация соединений железа снижается за счет разбавления речного потока.

Для более глубокого понимания происходящего ученые планируют провести геофизические исследования на склоне холма, где кислые грунтовые воды выходят на поверхность. Это позволит изучить особенности геологического строения, гидрологии и состояния вечной мерзлоты под землей.

Исследователей особенно беспокоит влияние этого явления на качество воды и водные экосистемы. Многие местные сообщества используют эти реки как источник питьевой воды и рыболовства для собственного обеспечения. В некоторых местах уже зафиксировано снижение биоразнообразия одновременно с появлением оранжевой окраски воды.

Сейчас специалисты изучают, насколько токсичными становятся такие водоемы, как меняется уровень загрязнения со временем и совпадают ли участки «ржавых» рек с районами нереста мигрирующих рыб.

Европа

В каких странах Европы заканчивается вода?¹⁵

Пока Европа переживает очередное изнуряющее лето, программа Europe in Motion разбирает уровень водного дефицита по всему континенту.

При том, что используется всего 5,8 % запасов пресной воды из ледников, подземных источников, рек и озёр, может показаться, что ситуация с водопотреблением в ЕС в целом под контролем. Однако средние показатели здесь не дают полной картины. На деле различия между странами разительны и вызывают тревогу.

Достаточно взглянуть на Кипр, который фактически живёт в режиме постоянной чрезвычайной ситуации. По данным Евростата и Европейского агентства по окружающей среде (ЕЕА), страна уже выбрала 72 % своих запасов пресной воды, а летом этот показатель поднимается до 92 %.

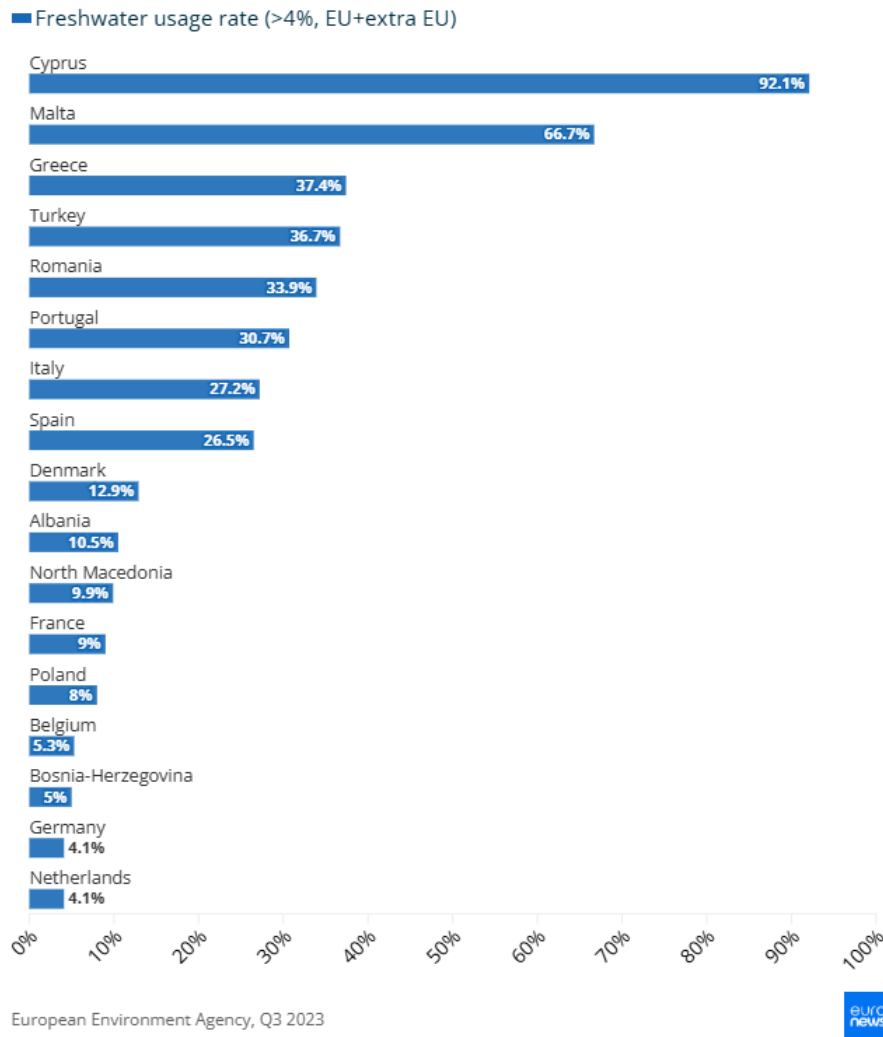
В начале года власти попросили жителей сократить ежедневное потребление воды на 10 % , но стремительный рост населения Кипра тоже не сулит водным ресурсам страны ничего хорошего.

Правительство в спешке вводит в строй опреснительные установки, чтобы обеспечить население питьевой водой, особенно с учетом туристического сезона, а уходящее кипрское председательство в Совете Европейского союза сделало борьбу с этим кризисом одним из своих приоритетов.

Следом за Кипром идёт ещё одна средиземноморская страна, Мальта, где ежегодный уровень водопользования достигает 33 %. Летом ситуация ухудшается: показатель водного стресса поднимается до 67 %.

Похожая картина и в других странах: уровень эксплуатации водных ресурсов в Греции (37 %), Румынии (34 %), Португалии (31 %), Италии (27 %) и Испании (26,5 %) летом уверенно держится в зоне риска.

¹⁵ Источник: <https://ru.euronews.com/my-europe/2026/06/29/v-kakih-stranah-evropy-zakanchivaetsya-voda> Опубликовано 29.06.2026



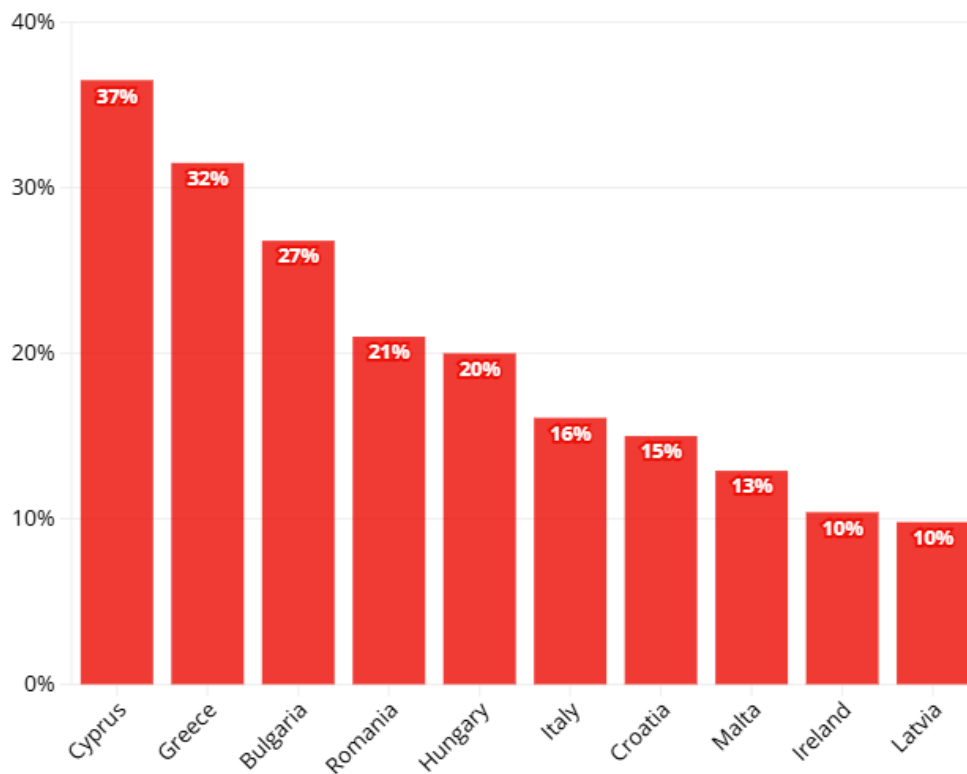
В каких странах ЕС больше всего проблем с доступом к чистой воде?

По оценке ЕЕА, изменение климата и участвовавшие засухи, скорее всего, будут усиливать «частоту, интенсивность и последствия» дефицита воды как минимум до 2030 года.

В другом докладе агентства «Перегреты и не готовые» (Overheated and Underprepared) говорится, что примерно каждый десятый житель ЕС испытывает трудности с доступом к достаточному количеству безопасной и чистой воды.

Наиболее остро проблема стоит на Кипре (36,5 %) и в Греции (31,5 %).

Issues accessing clean and safe water, top 10 EU rates



Source: 'Overheated and Underprepared', European Environment Agency, 2026



Показательно, что ряд стран с плохим доступом к воде, в том числе Болгария, Венгрия, Хорватия и Ирландия, при этом не отличаются особенно высоким уровнем использования пресноводных ресурсов.

Это говорит о том, что проблемы с доступом к воде связаны не столько с её нехваткой, сколько со стареющей инфраструктурой и недостатками систем водоснабжения.

В то же время, несмотря на нагрузку на пресноводные ресурсы, Франция, Португалия и Испания, похоже, лучше справляются с распределением чистой и безопасной питьевой воды: доля жителей, испытывающих проблемы, там заметно ниже среднего по ЕС уровня в 9 %.

В каких странах Европы самая чистая водопроводная вода?¹⁶

Степень чистоты грунтовых вод в Европе варьируется от страны к стране. В Бельгии, Германии, Люксембурге и Чехии подземные воды наиболее загрязнены.

Подземные воды – один из наиболее уязвимых ресурсов в ЕС

По данным Европейского агентства по окружающей среде, более 20 % грунтовых вод по всему блоку находятся в плохом химическом состоянии. Это означает, что содержание вредных веществ, таких как ртуть, кадмий и другие, превышает уровни, установленные Рамочной директивой ЕС по водным ресурсам.

Дополнительную нагрузку создают огромные социальные и экологические затраты на очистку воды для питья и санитарных мероприятий.

Считается, что только очистка от нитратов, которые часто содержатся в удобрениях, обходится ЕС в 320 миллиардов евро в год. Предельная норма нитратов в ЕС составляет 50 миллиграммов на литр, но, по данным Европейской комиссии, этот уровень был превышен на 14 процентах европейских станций измерения подземных вод.

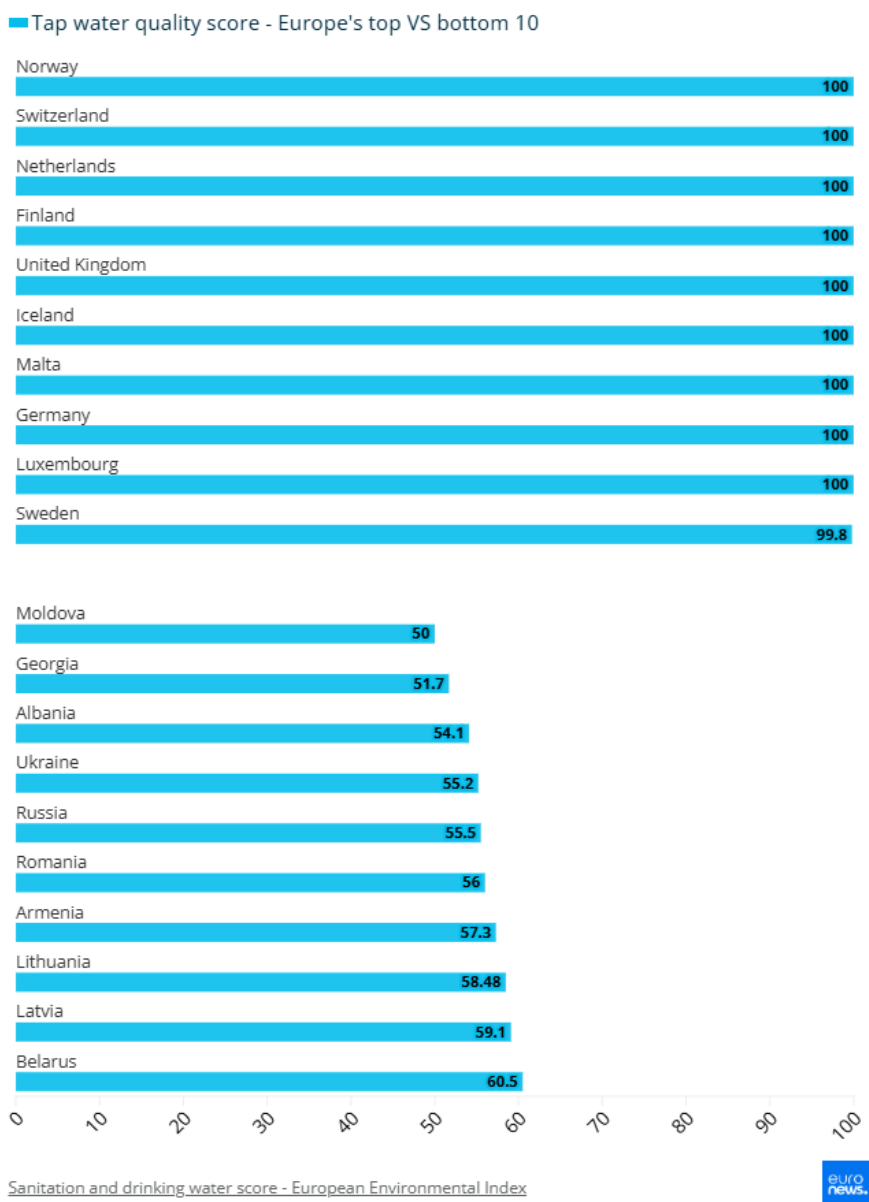
У кого самая здоровая водопроводная вода?

Однако огромные инвестиции Европы в очистку подземных вод, похоже, действительно эффективны.

По данным Индекса экологической эффективности (источник на английском языке), 19 из 20 стран мира с наилучшими санитарными условиями и питьевой водой – европейские, исключение составляет Япония.

Финляндия, Исландия, Нидерланды, Норвегия, Швейцария и Великобритания набрали 100 баллов за защиту здоровья людей от небезопасной питьевой воды и ненадлежащих санитарных условий.

¹⁶ Источник: <https://ru.euronews.com/my-europe/2026/05/08/europe-in-motion-tap-water> Опубликовано 8.05.2026



Худшие показатели на континенте отмечены в Молдавии (50 баллов), Грузии (51,7) и Албании (54,1). Три страны ЕС также заняли низкие места в Европе. Это – Латвия (59,10), Литва (58,40) и Румыния (56).

Помимо действующего законодательства, ЕС внимательно следит за своими водными ресурсами.

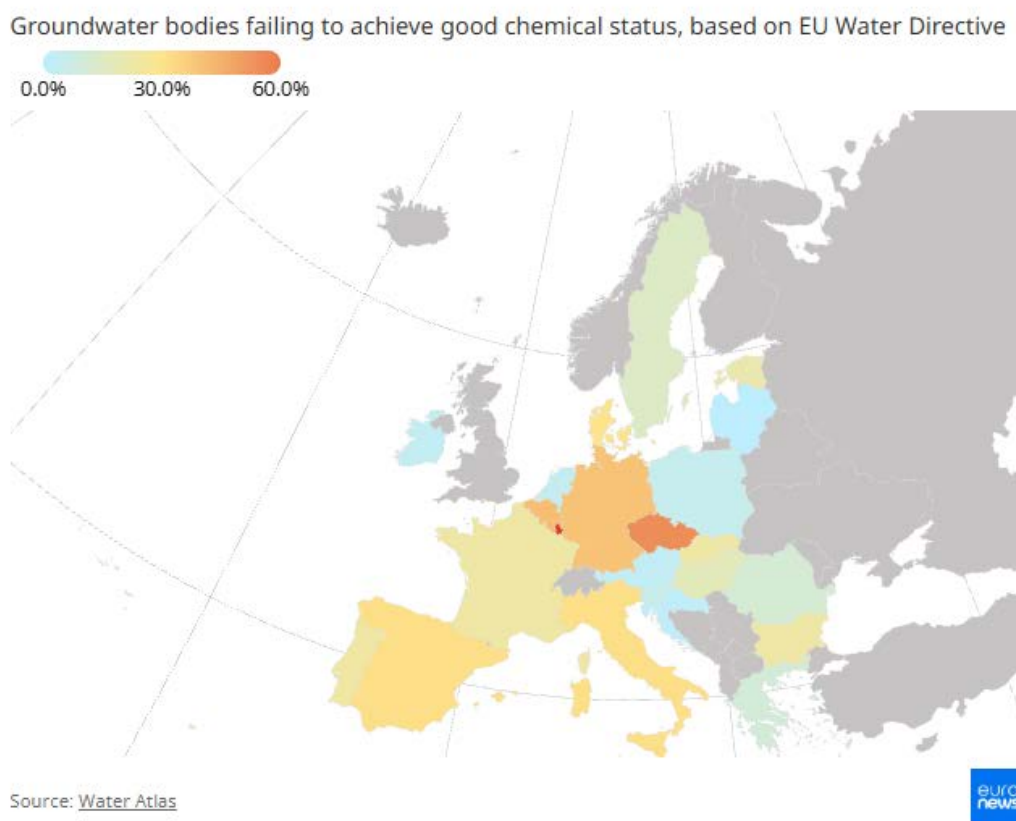
В январе 2022 года был принят первый контрольный список питьевой воды с целью отслеживания уровня бета-эстрадиола и нонилфенола – двух эндокринно-разрушающих соединений, которые имитируют, блокируют или вмешиваются в работу гормонов организма.

Насколько серьезным является загрязнение подземных вод в ЕС?

Тем не менее, химические вещества в подземных водах остаются проблемой, особенно если учесть, что подземные воды обеспечивают около 25 % сельскохозяйственного орошения и 65 % питьевой воды в ЕС.

«Около 80 % всех сточных вод в мире попадает в водоемы без очистки», – говорят исследователи Water Atlas, индекса чистоты подземных вод, созданного немецким аналитическим центром Heinrich Böll Foundation.

«Идея о том, что реки будут очищаться сами, вскоре оказалась иллюзией: реки и озера превратились в зловонные, токсичные выгребные ямы», – добавляют они.



Water Atlas составил карту подземных водоемов с хорошим и плохим химическим статусом в Европе, основываясь на стандартах Водной директивы ЕС.

Результаты в некоторых странах вызывают беспокойство.

В Люксембурге 79% нанесенных на карту подземных водоемов не смогли достичь хорошего химического статуса в 2025 году, в Чехии – 55%, в Бельгии – 41%, в Германии – 40%.

Пестициды остаются одной из главных угроз для качества воды. Например, трифторуксусная кислота (TFA) была обнаружена в 94 % из 36 проб водопроводной воды, собранных в 11 странах ЕС, согласно данным Water Atlas.

Многие пестициды также содержат PFAS (пер- и полифторалкильные вещества, также известные как вечные химикаты), которые были обнаружены в 23 000 точках по всей Европе.

Дополнительную нагрузку на окружающую среду создают фармацевтические соединения – в подземных водоемах Европы их обнаружено более 175 – и микропластик.

В каких странах Европы самая чистая вода на пляжах, в озёрах и реках¹⁷

Европейские страны демонстрируют высокие показатели качества воды в зонах купания: подавляющее большинство из них признано безопасным для отдыхающих, говорится в новом докладе.

Пляжи, озёра и реки Европы по-прежнему демонстрируют высокое качество воды: подавляющее большинство зон купания соответствует требованиям ЕС, следует из доклада о качестве купальных вод за 2025 год.

От Ирландии до Эстонии и Кипра 96 % всех проверенных мест для купания соответствуют минимальным стандартам качества, и лишь 1,5 % получили оценку «плохое».

Качество воды в прибрежных зонах в целом выше, чем в реках и озёрах: 88 % прибрежных купальных вод в ЕС отнесены к категории отличных, против 78 % внутренних водоёмов.

В докладе отмечается, что это связано с особенностями многих внутренних вод в Центральной Европе, где преобладают мелкие озёра, пруды и маловодные реки.

¹⁷ Источник: <https://ru.euronews.com/travel/2026/06/17/which-countries-in-europe-have-the-healthiest-beach-lake-and-river-water> Опубликовано 17.06.2026

Такие водоёмы более уязвимы к кратковременным эпизодам загрязнения, связанным с сильными дождями или засухой, особенно летом.

Качество купальной воды классифицируется как «отличное», «хорошее», «удовлетворительное» или «плохое» в зависимости от выявленных уровней кишечной палочки *E. coli* и кишечных энтерококков, основных показателей фекального загрязнения, свидетельствующих о рисках для здоровья.

По данным Европейского агентства по окружающей среде (ЕАОС), контакт с загрязнённой водой при купании может привести к желудочно-кишечным заболеваниям, таким как расстройства желудка и диарея, а также к инфекциям уха, глаза и верхних дыхательных путей.

Страной с самым высоким общим качеством воды стал Кипр: 100 % его купальных вод признаны отличными. Далее следуют Греция (97,1 %), Болгария (96,9 %) и Австрия (96,5 %).

Побережья Литвы и Словении тоже отличаются отличным качеством воды, однако более низкие показатели во внутренних водоёмах снижали их общий рейтинг.

Если говорить об озёрах, реках и прудах, лучше всего дела обстоят в Австрии и Финляндии, где около 95 % внутренних вод отнесены к категории отличных.

Пятёрку лидеров по качеству воды замыкают Дания (94,3 %), Люксембург (94,1 %) и Германия (91,5 %).

А где ситуация хуже всего?

В трёх странах ЕС – Эстонии, Нидерландах и Франции – в 2025 году к категории плохих были отнесены 3 % и более зон купания.

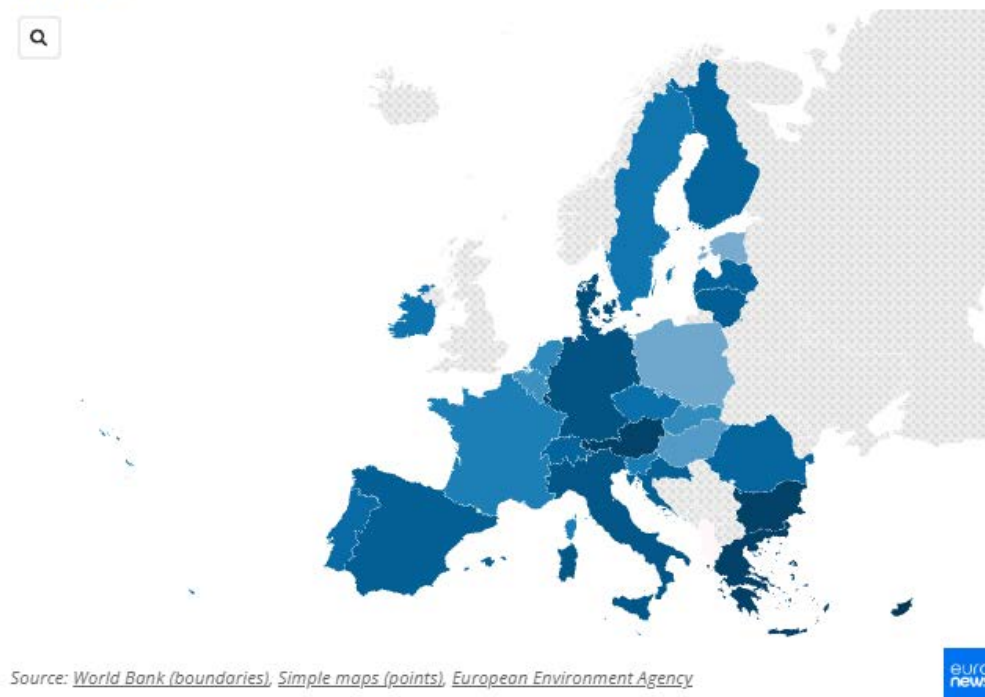
В Албании доля вод, признанных отличными, составила 16,8 % – это самый низкий показатель среди всех европейских стран.

Менее 70 % отличных купальных вод было ещё в четырёх странах: Эстонии (56,9 %), Польше (58,7 %), Венгрии (64,0 %) и Бельгии (67,9 %).

Если учитывать только внутренние воды, худшее качество зафиксировано в Испании: более 11 % её рек и озёр отнесены к категории плохих, а лишь 53,1 % признаны отличными – это самая низкая доля.

Низким качеством внутренних вод для купания также отличились Словения, Португалия и Хорватия.

Countries with the highest proportion of excellent bathing waters



Реки остаются самым сложным случаем

Как отмечается в докладе, реки остаются особенно проблемной категорией: в 2025 году лишь 47 % из примерно 1200 официально обозначенных мест для купания в реках по всей Европе получили оценку «отличное» качество.

Среди основных причин ухудшения качества воды во многих европейских реках названы быстрая урбанизация и массовое загрязнение в эпоху промышленной революции.

Сейчас на качество воды в реках влияют, в частности, кратковременные эпизоды загрязнения после ливней, включая сбросы смешанных канализационных стоков и поверхностный сток дождевой воды, загрязнение от сельского хозяйства, а также фекальные выбросы от дикой фауны и сельскохозяйственных животных, имеющих доступ к берегам рек.

По данным ЕАОС, при поддержке общеевропейской водной политики качество воды во многих городских реках и водоёмах постепенно улучшается, и купаться в реках теперь можно уже в ряде европейских городов.

Государства-члены ЕС выражают несогласие с пересмотром Водной рамочной директивы¹⁸

На заседании Совета по окружающей среде Франция, Испания, Дания и Венгрия выразили несогласие с намерением Комиссии вновь пересмотреть Водную рамочную директиву (ВРД). Представители этих четырех стран заявили комиссару Росваллу, что, хотя они поддерживают цель снижения зависимости ЕС от импорта критически важных сырьевых материалов, ВРД уже обладает достаточной гибкостью, чтобы позволить горнодобывающим проектам реализовываться в рамках действующих правил.

Министр окружающей среды Франции объявила о намерении своего правительства направить Комиссии сегодня неофициальный документ с подробным изложением этой позиции. Испания, Дания и Венгрия выразили поддержку этому документу во время открытого заседания Совета. Комиссар Росваль не ответила на критику во время заседания, сосредоточившись вместо этого на Стратегии повышения устойчивости водных ресурсов в своей реакции на дебаты в Совете.

Эта инициатива соответствует нашей позиции, согласно которой после публикации рекомендаций Комиссии в прошлом месяце пересмотр Водной рамочной директивы не требуется. Попытка пересмотра может привести к ослаблению стандартов защиты водных ресурсов и перекладыванию расходов с загрязнителей на налогоплательщиков и счета за воду, при этом не будут решены реальные проблемы, препятствующие нормальной работе системы водоснабжения.

Круговорот пресной воды меняется из-за климата и влияния человека¹⁹

Из-за глобальных изменений климата мировой цикл пресной воды стал нестабильным, а количество экстремальных погодных явлений, таких как засухи и наводнения, возросло в два раза по сравнению с периодом до начала индустриализации. К такому выводу пришли ученые из Университета Во-

¹⁸ Источник: Member States express opposition to WFD revision / <https://eureau.org/news/member-states-express-opposition-to-wfd-revision/> Опубликовано 25.06.2026

¹⁹ Источник: <https://science.mail.ru/news/50857-krugovorot-presnoj-vody-menyaetsya-iz-za-klimata-i-vliyaniya-cheloveka/> Опубликовано 14.07.2026

сточной Финляндии. Соответствующая работа опубликована в журнале Nature Communications.

Исследователи изучили показатели гидрологических моделей за период с 1901 по 2019 год, оценив динамику запасов поверхностных вод (речного стока) и влажности почвы в 1,3 тыс. бассейнах рек по всему миру.

Основным катализатором нестабильности климата считается глобальное потепление, однако значительную роль в процессе иссушения земель сыграла деятельность человека – активное использование водных ресурсов и трансформация ландшафтов. Последствия этих перемен проявляются локально. Так, в тропиках и субтропиках, особенно в густонаселенных частях Азии, участились катастрофические засухи, с которыми не справляются даже сезонные дожди. В противовес этому, северные лесные территории страдают от избытка влаги, что приводит к регулярным наводнениям и заболачиванию почв.

Темпы разрушения гидросферы в последнее время только растут, не оставляя живой природе шансов на адаптацию. Особую тревогу вызывает ситуация на севере: избыточная влага провоцирует оттаивание мерзлых грунтов, что ведет к опасному высвобождению огромных объемов парниковых газов. Исследователи считают, что для того, чтобы избежать экологической катастрофы, мир должен перестать разделять водную политику и вопросы климата, а также незамедлительно внедрить новые, более бережные методы природопользования.

Океания

Следующий план управления бассейном: путь к катастрофе²⁰

Бассейн Мюррей-Дарлинг – это «житница» Австралии и один из важнейших природных регионов страны, где обитают многочисленные виды и экологические сообщества, находящиеся под угрозой исчезновения. На протяжении многих лет между различными заинтересованными сторонами ведутся споры о том, как распределять его ограниченные водные ресурсы: какую часть направлять на сельскохозяйственное и промышленное использование, а какую – на поддержание экосистем. Для решения этой сложной задачи был разработан План развития бассейна, реализуемый Австралийским управлением бассейна Мюррей-Дарлинг (MDBA). Первый План был принят в 2012 г. и в настоящее время проходит пересмотр. В этой статье четыре участника «Альянса знаний бассейна Мюррей-Дарлинг» рассматривают ключевые недостатки первоначального Плана и объясняют, почему, по их мнению, проект нового Плана, который должен вступить в силу в 2027 г., также не сможет обеспечить эффективную защиту и восстановление рек бассейна и благополучие людей, чья жизнь и деятельность зависят от этих водных ресурсов.

План развития бассейна Мюррей-Дарлинг на следующее десятилетие всё больше напоминает надвигающуюся катастрофу. Заявление Управления бассейна Мюррей-Дарлинг (MDBA) о том, что для обеспечения экологической устойчивости и экономической эффективности бассейна достаточно лишь незначительно скорректировать План 2012 г., не выдерживает критики. По мнению авторов, предлагаемый новый План не только не устранит существующие проблемы, но и приведёт к дальнейшему масштабному и серьёзному ухудшению состояния экосистем. Кроме того, его реализация может негативно сказаться на многих местных сообществах и затронуть права всех австралийцев.

²⁰ Источник: The Next Basin Plan—a disaster in the making / <https://www.globalwaterforum.org/2026/07/09/the-next-basin-plan-a-disaster-in-the-making/> Опубликовано 9.07.2026

Недостатки первоначального Плана развития бассейна

План развития бассейна Мюррей-Дарлинг, принятый в 2012 г. и остающийся в силе до принятия нового Плана в 2027 г., был призван обеспечить экологически устойчивый уровень водозабора в соответствии с требованиями Закона Австралии о водных ресурсах 2007 г. (Water Act 2007 (Cth)). Хотя благодаря выкупу прав на водопользование у добровольных продавцов удалось вернуть значительные объёмы воды в экосистему, действующий План имеет по меньшей мере четыре существенных недостатка.

Во-первых, установленные Планом 2012 г. пределы устойчивого водозабора (Sustainable Diversion Limits, SDL) для поверхностных и подземных вод изначально были завышены. Они превышали предложенный MDBA в 2010 г. уровень, соответствующий «низкому экологическому риску», на триллионы литров (1 трлн = 1 000 млрд литров). В результате объём водозабора в бассейне по-прежнему остается чрезмерно высоким, причём в засушливые годы на нужды орошения направляется более половины всего притока.

Во-вторых, несколько миллиардов долларов налогоплательщиков были направлены на субсидии и гранты для развития внутрихозяйственной и межхозяйственной ирригационной инфраструктуры. Однако эти расходы привели к парадоксальному эффекту — сокращению объёма жизненно важных возвратных стоков, питающих реки и водоносные горизонты. Это объясняется тем, что часть воды, забираемой для орошения, не потребляется сельскохозяйственными культурами. При отсутствии субсидий на развитие ирригационной инфраструктуры большая часть этой неиспользованной воды возвращалась бы в природную среду в виде возвратных стоков — либо просачиваясь в подземные воды, либо поступая в реки и другие водотоки в составе поверхностного стока.

В-третьих, масштабное восстановление естественного затопления пойм по всему бассейну так и не было реализовано. Вместо этого значительные временные, финансовые и административные ресурсы были направлены на поддержание стока по руслам рек, хотя вода при этом не достигала большинства ключевых водно-болотных угодий — важнейших очагов биоразнообразия бассейна.

В-четвёртых, не все штаты в полной мере выполнили взятые на себя обязательства несмотря на то, что основную часть финансирования предоставило федеральное правительство. Вместо активной реализации Плана правительства некоторых штатов затягивали процесс, проводили бесконечные согласования, ссылались на различные препятствия, а в отдельных случаях даже сознательно препятствовали выполнению Плана развития бассейна 2012 г.

По состоянию на 2026 г. продолжает действовать План развития бассейна, принятый в 2012 г. Однако он так и не обеспечил достижение основных целей, закреплённых в Законе Австралии о водных ресурсах 2007 г. (Water Act 2007), а именно:

(i) «сокращение объёмов водозабора в бассейнах, испытывающих чрезмерную нагрузку вследствие перераспределения или сверхэксплуатации водных ресурсов, до экологически устойчивого уровня»; и

(ii) «охрану, восстановление и поддержание экологических ценностей и экосистемных услуг бассейна Мюррей-Дарлинг».

О том, что План развития бассейна 2012 г. не достиг поставленных целей, свидетельствует сохраняющееся неудовлетворительное экологическое состояние многих рек и водно-болотных угодий бассейна. Согласно анализу, «Состояние бассейна» (State of the Basin), целевые показатели не были достигнуты по 18 из 20 индикаторов, охватывающих экологические, социальные и культурные аспекты, включая соблюдение прав коренных народов и выполнение нормативных требований.

Особую тревогу вызывает стремительное ухудшение состояния реки Баака (нижнего течения реки Дарлинг). Не лучше обстоят дела и в других частях бассейна. Подтверждением этого стало включение в 2026 г. экосистем нижнего течения реки Мюррей и болот Маккуори в перечень экосистем, находящихся под угрозой исчезновения, в соответствии с Законом Австралии о защите окружающей среды и сохранении биоразнообразия 1999 г. (Environment Protection and Biodiversity Conservation Act 1999).

Несмотря на рекордные наводнения 2022–2023 гг., в 2023 г. в устье реки Мюррей были вновь начаты дноуглубительные работы. Это рассматривается как один из признаков продолжающегося ухудшения экологического состояния региона, которое особенно заметно в районе устья Мюррея и Кооронга. Серьёзные экологические последствия также проявились в виде массовой гибели рыбы и мидий в реке Баака и прилегающих к ней водах в районе Менинди.

Подобные случаи массовой гибели рыбы происходили как во время засухи 2017–2019 гг., так и в 2023 г., когда засушливых условий не наблюдалось. Согласно выводам отчёта Австралийской академии наук о гибели рыбы в Менинди, опубликованного в 2019 г., основной причиной этих событий стало недостаточное количество воды в речной системе Дарлинг, из-за чего в засушливые периоды не удавалось предотвратить резкое ухудшение состояния водных экосистем.

Снижение уровня воды в Северном бассейне в значительной степени связывают с неконтролируемым водозабором из пойменных территорий в северной части бассейна штата Новый Южный Уэльс. Объём воды в водо-

хранилищах, расположенных вне русел рек, увеличился с 557 млрд. литров в 1993–1994 гг. до 1,393 трлн. литров в 2019–2020 гг., то есть вырос примерно в 2,5 раза за 26 лет. При этом такой рост происходил в условиях, когда в соответствии с Планом развития бассейна Мюррей-Дарлинг должны были действовать ограничения на объёмы водозабора.

Среднегодовой объём водозабора из пойменных территорий в период с 2009-2010 по 2018-2019 гг. составлял около 778 млрд. литров. Это примерно в шесть раз превышало средний объём естественного стока воды, ежегодно поступавшего в северную часть бассейна Нового Южного Уэльса.

Несмотря на значительное увеличение объёмов аккумуляции воды и водозабора в Северном бассейне с начала 1990-х гг., в 2018 г. парламент Австралии разрешил осуществлять дополнительный водозабор из Северного бассейна в объёме 70 млрд литров природной воды в год сверх лимита, установленного Планом развития бассейна 2012 г.

Недавняя оценка состояния водных запасов, используемых для сельскохозяйственных нужд и поддержания оросительных каналов в хлопководческих водосборах Северного бассейна, показала, что ежегодные потери воды в результате испарения достигают 1,2 трлн. литров. Значительная часть этой поверхностной воды в естественных условиях могла бы поступать обратно в речные системы и на пойменные территории. При этом такие объёмы водопотерь и водозабора не учитываются при расчёте пределов устойчивого водозабора.

Совершенствование Плана

В дискуссионном документе Управления бассейна Муррея-Дарлинга (Murray–Darling Basin Authority, MDBA) были рассмотрены возможные подходы к реализации нового Плана развития бассейна на последующее десятилетие, который должен вступить в силу 1 июля 2027 г. Однако при подготовке документа не была учтена значительная часть актуальных научных исследований, необходимых для принятия прозрачных и основанных на доказательствах решений. Кроме того, в документе предполагалось, что лишь около 10 % территорий, для которых установлены пределы устойчивого водозабора из поверхностных и подземных источников, могут не соответствовать требованиям экологической устойчивости. Управление также заявляло, что ирригационные сообщества уже выделили достаточный объём воды для удовлетворения экологических потребностей и потому несут несоразмерно высокую нагрузку. Однако это утверждение не подтверждается имеющимися экономическими данными. Кроме того, при

такой оценке не учитывается важное обстоятельство: все сделки по выкупу прав на водопользование заключались исключительно на добровольной основе, а каждый продавец получал полную компенсацию по рыночной цене или даже выше неё.

В июне 2026 г. Управление опубликовало отчёт «Что мы услышали», подготовленный на основе примерно 2 500 представленных отзывов. После анализа материалов этого отчёта и документов, связанных с пересмотром Плана развития бассейна, авторы пришли к выводу, что существует высокая вероятность того, что MDBA:

- сохранит пределы устойчивого водозабора, установленные Планом бассейна 2012 г., практически без изменений, ограничившись лишь возможными «незначительными корректировками» для небольшого числа водосборных бассейнов; и
- продолжит игнорировать научные данные о последствиях изменения климата, несмотря на то что при установлении пределов устойчивого водозабора в рамках Плана бассейна 2012 г. климатические изменения фактически не были учтены.

Как отмечалось в отчёте Королевской комиссии по бассейну Мюррей-Дарлинг за 2019 г. (с. 54), при определении экологически устойчивого уровня водозабора и установлении пределов устойчивого водозабора для всего бассейна, управление бассейна Мюррей-Дарлинг не приняло во внимание прогнозы изменения климата. По мнению Комиссии, такой подход не соответствовал требованиям законодательства.

MDBA обосновывает сохранение пределов устойчивого водозабора практически без изменений тем, что основная часть сложной работы в рамках нового Плана бассейна может быть выполнена за счёт «дополнительных мер» и «смягчения ограничений». К числу таких мер относятся, например, строительство рыбоходов, развитие инфраструктуры для восстановления связности пойменных территорий, создание согласованных коридоров стока водотоков и повышение уровня дорожной инфраструктуры для обеспечения прохода более крупных паводков.

Однако отсутствуют убедительные доказательства того, что подобный подход способен обеспечить восстановление экологического состояния бассейна в масштабах всей системы в течение следующего десятилетия. Этот вывод подтверждается отчётом Генерального инспектора по вопросам соблюдения водного законодательства, подготовленным в рамках расследования «Инструментарий Северного бассейна». В отчёте указывается, что правительства двух штатов не выполнили обязательства по реализации водохозяйственных инфраструктурных проектов стоимостью бо-

лее 160 млн долл., направленных на улучшение состояния рек в северной части бассейна, даже спустя восемь лет после того, как эти меры были первоначально объявлены.

Австралийская общественность должна понимать: существующие и предполагаемые будущие объёмы водозабора в бассейне остаются экологически неустойчивыми независимо от реализации дополнительных мер или ослабления отдельных ограничений.

Рост температуры

Темпы повышения средних глобальных температур поверхности Земли ускоряются, что напрямую связано с увеличением концентрации парниковых газов в атмосфере. За последнее десятилетие средняя глобальная температура поверхности Земли выросла примерно на 0,35 °C, что почти в два раза превышает темпы потепления, наблюдавшиеся в предшествующие 20 лет, когда прирост составлял около 0,17 °C за десятилетие.

В ближайшей перспективе для Австралии прогнозируется дальнейшее усиление климатических изменений. Ожидается развитие явления Эль-Ниньо от сильной до очень сильной интенсивности, что может сопровождаться рекордно высокими глобальными температурами поверхности моря, включая зафиксированные в июне 2026 г. максимальные значения за всю историю наблюдений.

В бассейне рек Мюррей-Дарлинг последствия повышения температуры уже проявляются в увеличении испарения, росте изменчивости режима осадков — как по объёмам, так и по времени их выпадения — и сокращении речного стока. При этом, как подчёркивается, заявления о достижении «реального прогресса в борьбе с изменением климата» пока не находят подтверждения применительно к экосистемам бассейна Мюррей-Дарлинг.

Наиболее достоверные имеющиеся данные

Разработка следующего Плана управления бассейном должна основываться на наиболее надёжных доступных научных данных и результатах социально-экономического анализа, включая исследования в области биофизических процессов, вопросов, связанных с коренными народами, и социальных наук. Такое требование предусмотрено пунктом 21(4)(b) Закона Австралии о водных ресурсах 2007 г. (Water Act 2007). Однако, несмотря на наличие обширной научной базы, включающей сотни исследований

эффективности различных подходов к управлению бассейном, значительная часть этих данных, как утверждается, не была учтена управлением бассейна Муррей-Дарлинг. В частности, указывается, что не менее 86 % научных публикаций, посвящённых результатам реализации действующего Плана управления бассейном, никогда не цитировались Управлением в его документах и отчётах, связанных с Планом. По мнению авторов, игнорирование таких исследований, фактических данных и доказательств не соответствует заявленной роли Управления как «неуклонного хранителя бассейна».

Австралии необходимо осознать риски предлагаемого подхода до принятия нового Плана развития бассейна. Предусмотренные в нём меры не смогут обеспечить долгосрочную экологическую устойчивость бассейна Муррея-Дарлинга. Авторы считают, что Управление бассейна Муррея-Дарлинга (MDBA) по-прежнему исходит из чрезмерно высоких объёмов водозабора в условиях продолжающегося потепления климата, несмотря на уже наблюдающееся масштабное ухудшение состояния экосистем бассейна. В связи с этим они призывают пересмотреть предложения Управления, подчёркивая необходимость обеспечения надёжной защиты рек бассейна Муррея—Дарлинга, интересов местных сообществ, окружающей среды и будущих поколений.

Технологии

Созданы новые носители для очистки сточных вод, изготовленные из вторичных ресурсов²¹

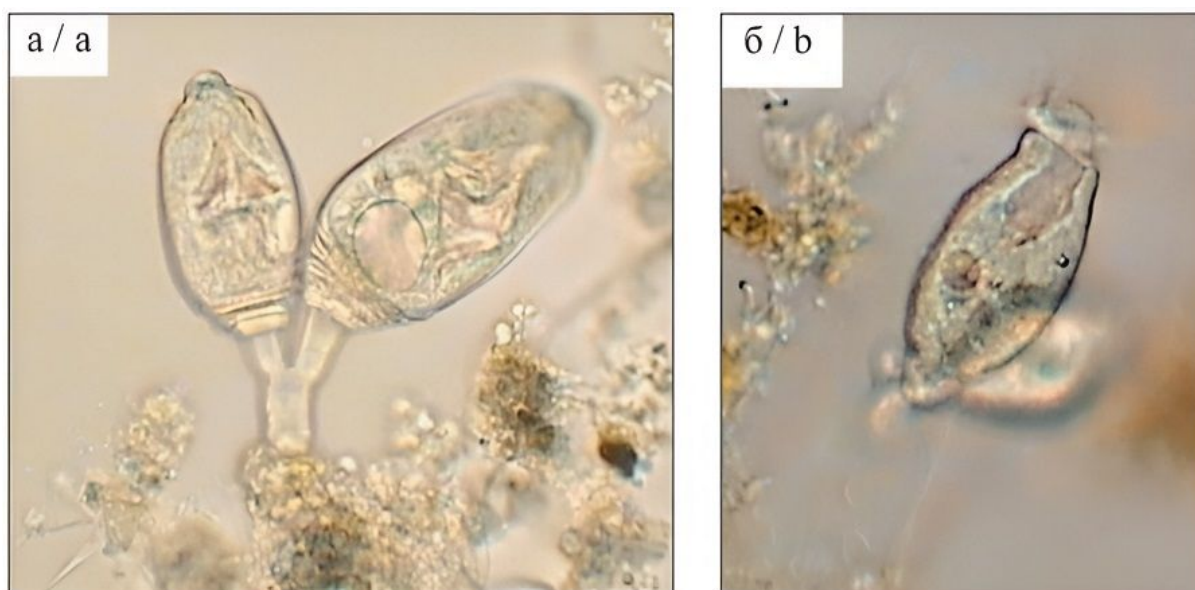
Промышленные сточные воды часто содержат органические и неорганические вещества, в том числе токсичные. Нефтепродукты, фенолы, бензол относятся к трудноразлагаемым соединениям и могут стать источниками загрязнения природных поверхностных и подземных вод. Традиционные методы очистки (сорбция, реагентная обработка, ультра- и микрофльтрация) либо дороги, либо эффективны лишь для отдельных загрязнителей. Другой распространенный способ – использование активного ила – сообщества микроорганизмов, которые используют загрязняющие вещества в качестве источника питания. Повышения эффективности применения этого метода можно достичь с помощью закрепления микроорганизмов на твердых носителях из традиционных материалов: стекла, керамики, синтетических материалов. На сегодняшний день большинство подобных материалов являются дорогостоящими и не удаляют отдельные типы загрязнителей.

Ученые Пермского Политеха впервые разработали и испытали новые носители для активного ила, изготовленные из остатков пиролиза нефтесодержащих отходов и пластика. Полученный материал удаляет нефтепродукты на 6–22 % эффективнее аналогов, а внедрение разработки на одном предприятии позволит снизить экологический ущерб более чем на 1,5 миллиона рублей в год.

Статья опубликована в журнале «Теоретическая и прикладная экология». Исследование проведено в рамках программы «Приоритет 2030».

Ежегодно в реки, озера и водохранилища поступают миллионы тонн загрязнителей: нефтепродукты, фенолы, тяжелые металлы, пестициды, соединения азота и фосфора, опасные органические вещества. По последним данным, за год число случаев загрязнения водных объектов в России выросло на 12 %. Наряду с этим ужесточаются требования природоохранного законодательства, особенно для очищенных сточных вод, сбрасываемых в природные водоемы.

²¹ Источник: <https://ab-news.ru/sozdany-novye-nositeli-dlya-ochistki-stochnyh-vod-izgotovlennye-iz-vtorichnyh-resursov/> Опубликовано 25.06.2026



Состояние инфузорий Opercularia sp. (увеличение $\times 600$): а) свободно-плавающего ила, б) на носителях биомассы

К числу традиционных методов очистки нефтесодержащих сточных вод относится применение активного ила (сообщества бактерий, микроскопических грибов, простейших), которые используют загрязняющие вещества для питания.

Однако такая технология очистки не всегда обеспечивает достижение требуемых параметров. В частности, она недостаточно эффективна для удаления некоторых соединений, а также не позволяет достичь нужных органолептических свойств (запах, прозрачность). Это объясняется как сложным составом сточных вод, так и неравномерностью их поступления на очистные сооружения.

Одним из приемов повышения эффективности этого метода является увеличение биомассы и возраста активного ила с помощью специальных носителей для закрепления микроорганизмов. Это позволяет повысить активность сообщества микроорганизмов и его устойчивость к трудноокисляемым токсичным веществам.

В настоящее время используются преимущественно промышленные носители, которые производят из первичного сырья, которое нуждается в добыче и обработке. При этом существующие коммерческие продукты не решают проблему очистки комплексно, а их использование является дорогостоящим и увеличивает затраты предприятий.

Ученые Пермского Политеха впервые разработали и испытали новые носители для активного ила на основе остатков пиролиза нефтесодержащих отходов и отходов пластика. Они превосходят существующие аналоги по очистке нефтепродуктов в среднем на 6–22 % и, в отличие от них, эффективно удаляют соединения азота (аммоний – на 94 %, нитриты – на 79 %). Внедрение разработки на одном предприятии позволит сэкономить более 1,5 миллионов рублей в год за счет предотвращенного экологического ущерба.

Для создания носителей ученые исследовали разные виды вторичного сырья: хлопья переработанного пластика и этикетки от пластиковых бутылок, поскольку эти материалы массово доступны и требуют утилизации. Также был синтезирован углеродно-синтетический носитель на основе остатков нефтесодержащих отходов и остатков полиэтилена. Их смешали в различных соотношениях при постоянном перемешивании и нагревании до 110–120 °С.

– Оценка эффективности использования полученного носителя проводилась в условиях, максимально приближенных к реальным. Для этого сточные воды и живой активный ил, отобранные на нефтеперерабатывающем предприятии, загрузили в специальные лабораторные емкости. Там отслеживали несколько ключевых параметров: скорость закрепления микроорганизмов на поверхности, изменение видового состава ила и органолептические показатели очищенной воды (цвет, запах, прозрачность). В процессе наблюдений также определили эффективность очистки по содержанию органических веществ, нефтепродуктов и соединений азота, – отметила Елена Калинина, кандидат технических наук, доцент кафедры «Охрана окружающей среды» ПНИПУ.

Чтобы оценить, насколько углеродно-синтетический носитель превосходит уже известные технологии, ученые сравнили его с популярными промышленными аналогами, которые используются на очистных сооружениях. Нефтепродукты, которые являются одними из самых опасных загрязнителей сточных вод нефтепереработки, удаляются на 6–22 % эффективнее, а другие органические соединения – на 5–10 % в зависимости от конкретного типа загрязнителя.

– Важно, что созданный образец позволяет снизить содержание соединений азота: содержание аммония в очищенной воде снижается на 94 %, а нитрит-ионов – на 79 %. Кроме того, использование углеродно-синтетического носителя в два раза улучшает органолептические показатели: прозрачность очищенной воды возрастает с 15 до 30 см, а запах снижается с отчетливого до слабого. Эти параметры также помогают определить эффективность очистки, – дополнила Лариса Рудакова, доктор техни-

ческих наук, профессор, заведующая кафедрой «Охрана окружающей среды» ПНИПУ.

Применение такого носителя позволит также увеличить видовое разнообразие микроорганизмов в активном иле почти в 2 раза. Это означает, что бактерии становятся устойчивее и способны эффективно очищать воду от более широкого спектра загрязнителей, в том числе соединений азота, которые при попадании в водоем вызывают массовое цветение воды и гибель рыбы из-за нехватки кислорода.

Разработка пермских ученых даст возможность одновременно утилизировать отходы нефтепереработки и пластика и эффективно очищать сточные воды. По оценкам исследователей, внедрение созданного носителя на одном заводе поможет сэкономить более 1,5 миллиона рублей в год за счет сокращения сбросов опасных веществ и уменьшения платы за негативное воздействие на окружающую среду.

Создан комбинированный фильтр для непрерывной очистки сточных вод²²

Ученые Казанского национального исследовательского технического университета имени А. Н. Туполева – КАИ разработали комбинированный фильтр для очистки сточных вод от взвешенных веществ, нефтепродуктов и ионов тяжелых металлов. Устройство позволяет проводить очистку непрерывно, с регенерацией, без технологических остановок, что повышает качество и производительность процесса, сообщили ТАСС в пресс-службе Минобрнауки России.

«Использование предложенного устройства позволяет очищать промышленные сточные воды от масел, нефтепродуктов и ионов тяжелых металлов непрерывно, с регенерацией, без прерывания процесса очистки на технологические остановки, что повышает качество и производительность процесса», – цитирует пресс-служба старшего преподавателя кафедры общей химии и экологии КНИТУ-КАИ Гульнару Габдрахманову.

Фильтр выполнен в виде двухъярусных полых дисков с вертикальной осью вращения, заполненных гранулами пенополиуретана (ППУ) в верхнем ярусе и цеолита в нижнем. Вода последовательно проходит через оба слоя: сначала очищается от масел и нефтепродуктов в верхнем диске, а

²² Источник: <https://tass.ru/nauka/27877565> Опубликовано 2.07.2026

затем от ионов тяжелых металлов в нижнем. Вращение дисков обеспечивает постоянный контакт загрязненной воды со свежим сорбентом, а отработанные гранулы регенерируются непосредственно в процессе – ППУ промывается горячим раствором поверхностно-активного вещества и отжимается валками, цеолит обрабатывается регенерирующим раствором.

Разработка превосходит существующие аналоги, в которых требуется замена фильтрующих кассет или остановка процесса. Предложенная полезная модель может использоваться в нефтедобывающей, химической промышленности, сельском хозяйстве и других отраслях. Ученым КНИТУ-КАИ Федеральной службой по интеллектуальной собственности в 2026 году выдан патент.

Опреснитель на солнечной энергии обещает пресную воду дешевле бутилированной²³

В засушливых регионах планеты цена питьевой воды может превышать стоимость бензина. Китайские исследователи представили прототип солнечного опреснителя, который не требует внешнего электричества и, по расчетам, уже через два года эксплуатации себестоимость воды будет ниже, чем у бутылки воды в магазине. Секрет устройства – в новой трехмерной фототермической структуре, превращающей солнечный свет в пар с рекордной эффективностью.

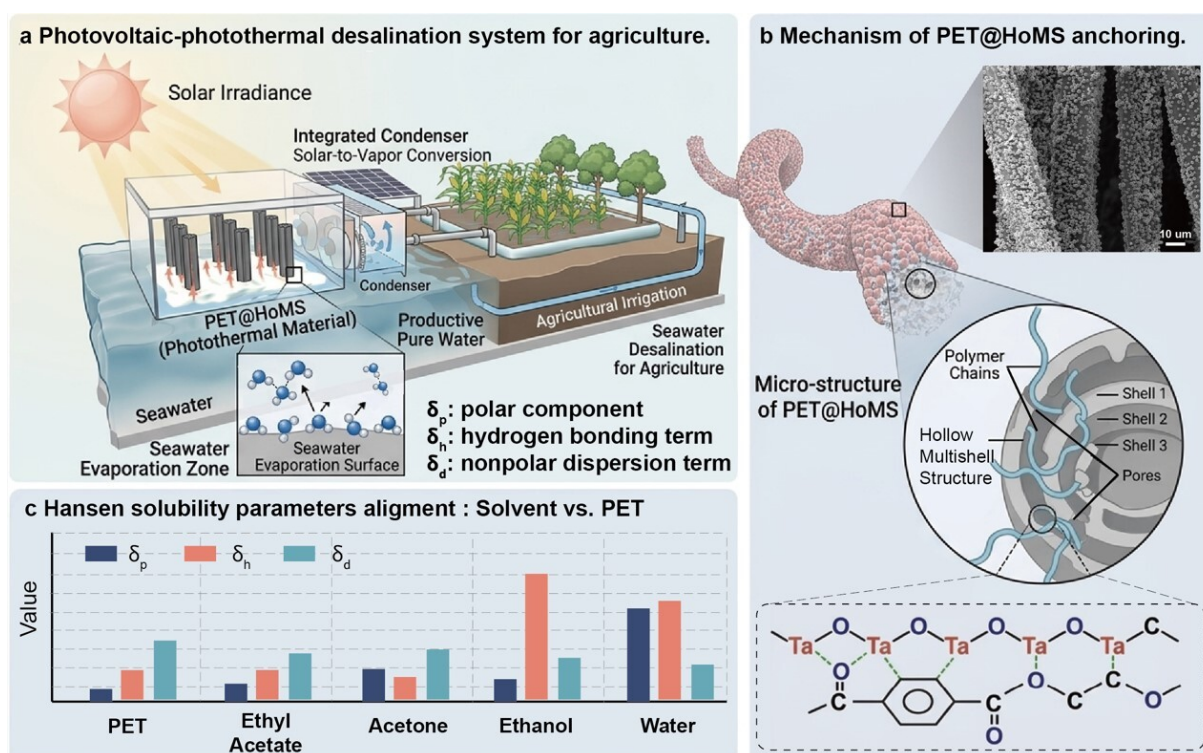
Самый распространенный сегодня способ опреснения – обратный осмос: морскую воду прогоняют сквозь тончайшие мембраны под высоким давлением. Это требует огромных затрат электроэнергии и сложного оборудования. Испарительные системы на солнечной энергии чище и дешевле в эксплуатации, но у них есть серьезный недостаток: лучшие светопоглощающие материалы – это наночастицы. В воде они часто слипаются в комки, блокируют выход пара и резко снижают производительность.

Задача, которую решала команда из Академии наук Китая и Шэньчжэньского университета, состояла в том, чтобы удерживать наночастицы в рабочем состоянии, не давая им формировать крупные скопления, сообщает ИЕ. Они применили хитроумное решение: взяли полые многослойные наносферы – крошечные пустотелые шарики, которые эффективно погло-

²³ Источник: <https://hightech.plus/2026/07/01/opresnitel-na-solnechnoi-energii-obeshaet-presnuyu-vodu-deshevle-butilirovannoi> Опубликовано 1.07.2026

щают солнечный свет, – и связали их между собой с помощью длинных полимерных молекул из полиэтилентерефталата (ПЭТ).

Точно подобрав параметры взаимодействия полимера и наночастиц с помощью теории растворимости Хансена, ученые получили трехмерную сетчатую структуру, похожую на микроскопический лес: наночастицы остаются разделенными, но при этом жестко зафиксированы, сохраняя максимальную площадь контакта с водой и светом. Эта конструкция не дает им слипаться и обеспечивает свободное испарение.



Прототип устройства состоит из плавающей панели с пористой фототермической структурой. Она поглощает солнечное излучение, нагревается и передает тепло тонкому слою воды у поверхности. Испарение происходит только на границе, а не во всем объеме воды, что значительно повышает эффективность. Образовавшийся пар конденсируется на прозрачном куполе и стекает в сборник – получается дистиллированная вода, пригодная для питья.

Все это работает без каких-либо движущихся частей, электрических насосов или внешнего источника энергии – только солнце и специальная конструкция.

Исследователи подсчитали, что при массовом производстве и двухлетнем сроке службы стоимость одного литра полученной воды станет ниже, чем у стандартной бутилированной воды. Это делает технологию

потенциально доступной не только для промышленных опреснительных станций, но и для сельских общин в прибрежных засушливых районах Африки, Ближнего Востока и Юго-Восточной Азии. Пока это лишь лабораторный прототип, но модульный характер конструкции позволяет легко масштабировать его от портативного устройства для одной семьи до больших плавучих панелей, обеспечивающих водой целые поселки.

Новый углеродный материал эффективно очищает воду от неоникотиноидных пестицидов²⁴

Ученые представили новый углеродный материал, который демонстрирует высокую эффективность при удалении из воды неоникотиноидных пестицидов – одной из наиболее распространенных групп современных инсектицидов. Разработка может найти применение при очистке поверхностных и сельскохозяйственных вод, загрязненных остатками агрохимикатов. Результаты исследования опубликованы в журнале *Scientific Reports*.

Неоникотиноиды широко применяются в сельском хозяйстве для защиты растений от вредителей. Однако их попадание в реки, озера и водохранилища вызывает растущую обеспокоенность экологов. Эти соединения способны негативно влиять на водные экосистемы, насекомых-опылителей и общее состояние окружающей среды.

Авторы исследования синтезировали графитизированный мезопористый композитный углерод (GMC), обладающий развитой системой пор и большим количеством активных поверхностных групп. Такая структура обеспечивает эффективное связывание молекул пестицидов за счет сочетания нескольких физических механизмов, включая π – π взаимодействия, водородные связи и гидрофобные эффекты.

Испытания показали, что новый материал достигает равновесия адсорбции примерно за 120 минут. Максимальная адсорбционная емкость для одного из наиболее распространенных неоникотиноидов – тиаметоксама – составила 1421,3 мг на грамм сорбента, а для нитенпирама – 642,7 мг/г. По словам авторов, такие показатели значительно расширяют возможности применения подобных материалов для очистки загрязненной воды.

²⁴ Источник: <https://nia.eco/2026/07/06/116681/> Опубликовано 6.07.2026

Особое внимание ученые уделили условиям, максимально приближенным к реальным. Эффективность сорбента проверили не только в лабораторных растворах, но и в сельскохозяйственной поверхностной воде, содержащей одновременно несколько видов пестицидов, а также природные органические вещества и растворенные ионы. Во всех случаях материал сохранял высокую эффективность удаления загрязнителей.

Еще одним преимуществом разработки стала возможность многократного использования. После пяти последовательных циклов адсорбции и регенерации материал практически не потерял своих рабочих характеристик, что повышает его перспективность для практического применения на очистных сооружениях и локальных системах водоподготовки.

Авторы отмечают, что предложенная технология может стать одним из инструментов снижения пестицидной нагрузки на водные объекты. С учетом продолжающегося роста использования неоникотиноидов во многих странах разработка эффективных и долговечных сорбентов приобретает особую актуальность для защиты водных ресурсов и сохранения экологической устойчивости.

Пузырьки помогут очистить сточные воды от микропластика: новый способ²⁵

Ученые нашли способ эффективно очищать сточные воды от микропластика. Технология с микро- и нанопузырьками удаляет свыше 90% частиц, не требуя серьезной перестройки очистных сооружений.

Ученые из Мельбурнского королевского технологического университета (RMIT University) предложили практичный способ борьбы с микропластиком в сточных водах – он позволяет удалять свыше 90% частиц. В основе метода – совместное применение микропузырьков и нанопузырьков. Такой подход встраивается в уже существующие схемы очистки: чтобы внедрить технологию, не придется кардинально менять инфраструктуру очистных сооружений. Достаточно оптимизировать текущие параметры – давление воздуха, время насыщения и размер пузырьков.

Метод представляет собой усовершенствованную версию флотации растворенным воздухом – распространенного способа очистки, при кото-

²⁵ Источник: <https://science.mail.ru/news/52412-puzyrki-pomogut-ochistit-stochnye-vody-ot-mikroplastika/> Опубликовано 7.07.2026

ром загрязнения прилипают к пузырькам и поднимаются на поверхность. Выяснилось, что одновременное использование микро- и нанопузырьков заметно повышает эффективность процесса. Микропузырьки создают подъемную силу, которая выносит частицы вверх, а нанопузырьки усиливают сцепление и способствуют объединению частиц – за счет этого очистка становится значительно результативнее.

Очистные сооружения – один из главных путей распространения микропластика: частицы проходят сквозь фильтры и создают риски для экосистем и здоровья людей. Наш подход прост в реализации и существенно повышает удаление микропластика уже на первичном этапе очистки.

Важное преимущество технологии – ее устойчивость к типичным «помехам» в сточных водах. Присутствие органических веществ, жиров, масел и смазок не снижает эффективность метода. В отдельных случаях эти компоненты даже помогают: вместе со стандартными коагулянтами они способствуют слипанию микропластика в более крупные агрегаты, которые проще удалить. Кроме того, улавливание частиц на ранней стадии препятствует их накоплению в осадке и снижает попадание в биосолиды – а значит, в конечном счете уменьшается возврат микропластика в окружающую среду.

Технологию успешно испытали на лабораторном уровне. Следующий шаг – совместная работа с промышленными партнерами: ученые хотят проверить метод в реальных условиях и оценить его применимость для разных типов сточных вод. Если испытания подтвердят результаты, новый подход может стать важным инструментом в борьбе с распространением микропластика.

Создано наносито, очищающее нефть и воду от загрязнений²⁶

Ученые из Челябинска и Москвы впервые вырастили металл-органический каркас с галогенными связями, способный избирательно улавливать молекулы с хлором и другими галогенами. Разработка открывает возможность создания импортозамещающих материалов для очистки нефти и воды, со-

²⁶ Источник: <https://tass.ru/nauka/27905757> Опубликовано 10.07.2026

общили ТАСС в пресс-службе Южно-Уральского государственного университета (ЮУрГУ).

«Группа ученых ЮУрГУ вместе с московским коллегой получили два новых металл органических каркаса на бариевой и иттриевой основе, подтвердили их структуру и показали их способность селективно захватывать галогенсодержащие молекулы. Это сделано впервые, новые структуры работают как наносито и направлены на импортозамещение», – сказали в пресс-службе.

В вузе также отметили, что созданное наносито пригодно для очистки газа, нефти и воды, оно удерживает примеси с хлором, бромом, йодом. Это позволяет рассматривать новые материалы как перспективные сорбенты для промышленной очистки. Работа была выполнена при поддержке гранта РНФ.

В пресс-службе пояснили, что металл органические каркасы представляют собой материалы с нанопористой структурой, где каждая ячейка описывается математически. В полученных образцах ионы формируют устойчивые галогенные связи, которые и удерживают молекулы с загрязнителями. При нагревании связь разрушается, что делает процесс обратимым и управляемым.

По данным ученых, в нефтедобыче новые материалы решают проблему коррозии резервуаров и труб. В частности, новый каркас способен улавливать молекулы соляной кислоты до начала технологического цикла. Материал может применяться для очистки воды от хлора, что делает его перспективным в экологических проектах.

В вузе отметили, что наносито были не только смоделированы, но и выращены в лаборатории, проверены в Курчатовском институте. Монокристалльная рентгеновская дифракция подтвердила точность структуры и стабильность. Ученые подчеркивают, что возможность регулировать свойства наносит открывает путь к созданию материалов под конкретные задачи в разных сферах промышленности.

Перевод: 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