



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

# ВОДНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ:

глобальные тренды и инновации



**НИЦ МКВК**

Научно-информационный центр  
Межгосударственной координационной  
водохозяйственной комиссии  
Центральной Азии

Ташкент 2026



Научно-информационный центр  
Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии  
Центральной Азии

**Водная безопасность  
и цифровые технологии:  
глобальные тренды  
и инновации**

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

<b>Глобальные вопросы.....</b>	<b>5</b>
Наводнения выносят основной объем пластика из рек в океан.....	5
Бутилированная вода может заносить в организм около 90 000 частиц микропластика в год.....	7
Небольшие плотины способствуют нагреву рек .....	7
Глобальное исследование показало, что сокращение лесов повышает «проницаемость» водосборных бассейнов .....	8
Жажущая планета, новые решения: три урока обеспечения водной безопасности.....	11
Климатологи впервые проводят сравнительный анализ моделей глобального водного цикла.....	17
<b>Цифровые технологии.....</b>	<b>19</b>
Цена одного вопроса: почему бездумное общение с нейросетями оставляет планету без воды.....	19
От данных к действиям: трансформация информации о водных ресурсах в оперативные решения .....	21
Соединяя водосборные бассейны: как спутниковый Интернет вещей развивает дистанционное зондирование в гидрологии .....	23
<b>Австралия .....</b>	<b>27</b>
Нужно планировать не только ожидаемое, но и то, чего мы боимся.....	27
<b>Азия .....</b>	<b>31</b>
Почему водный кризис в Центральной Азии имеет значение для Китая и Европы .....	31
«New Lines Institute»: Нехватка воды становится ключевой угрозой экономическому развитию Центральной Азии .....	35
Рост потребления воды в сельском хозяйстве Центральной Азии под влиянием изменения климата .....	38

Скрытые расходы на водоснабжение в Европе и Центральной Азии .....	40
Жажущий дракон: что движет крупнейшим гидроэнергетическим проектом Китая – Медог .....	44
<b>Европа.....</b>	<b>50</b>
В Евросоюзе собрались ужесточить водные правила .....	50
<b>Технологии.....</b>	<b>52</b>
Российские биотехнологи испытали методы очистки подземной воды от вредных загрязнителей с помощью микроорганизмов .....	52
Созданы «зеленые» фотокатализаторы для эффективной очистки воды .....	54
Учёные нашли способ очистки воды от микропластика с помощью магнитного угля .....	55
Создано устройство, получающее 1000 литров воды в день из воздуха без электричества .....	57
Новый адсорбент удаляет из воды 98% «вечных химикатов» .....	58
Технология на основе нитрида углерода предложена для борьбы с «вечными химикатами» .....	59
В России разработали ИИ-систему для очистки воды на заводах и водоканалах .....	60

## Глобальные вопросы

### Наводнения выносят основной объем пластика из рек в океан<sup>1</sup>

Международная группа исследователей установила, что именно паводки и периоды высокого уровня воды играют ключевую роль в переносе пластикового загрязнения из рек в океан. Результаты работы опубликованы в журнале *Water Research*.

Проблема пластикового загрязнения остается одной из самых острых в глобальной экологической повестке. Основные потоки пластиковых отходов попадают в океан через реки, которые собирают мусор с городских, сельскохозяйственных и промышленных территорий. Со временем крупные пластиковые предметы разрушаются до более мелких фрагментов – микропластика (менее 5 мм) и мезопластика (от 5 до 25 мм), которые обнаруживаются в различных экосистемах и организмах, включая человека.



---

<sup>1</sup> Источник: <https://nia.eco/2026/02/12/111577/> Опубликовано 12.02.2026

Большинство предыдущих исследований оценивали концентрацию микропластика в реках в условиях обычного, низкого стока. Однако влияние паводков оставалось недостаточно изученным. Между тем именно в периоды интенсивных осадков и резкого подъема воды, как предполагали ученые, в океан может выноситься основной объем пластиковых частиц.

Чтобы проверить эту гипотезу, специалисты Токийского университета науки под руководством доцента Мамору Танаки и профессора Ясуо Нихэя провели серию полевых наблюдений на четырех реках Японии. Исследования охватывали бассейны с городской, сельскохозяйственной и лесной застройкой и включали шесть эпизодов дождевых событий с осадками от 8,8 до 117,9 мм.

Во время каждого эпизода ученые отбирали пробы поверхностной воды ежечасно на протяжении 12–15 часов, фиксируя как фазу подъема уровня воды, так и спад. Параллельно измерялась мутность воды – показатель, связанный с концентрацией взвешенных частиц.

Результаты показали, что в период высокого стока концентрация микропластика и мезопластика возрастала в 10–10 000 раз по сравнению с обычными условиями. Исследователи выявили так называемую зависимость «нагрузка–расход» (L-Q relationship), позволяющую оценивать объем пластиковых частиц, переносимых рекой при определенном уровне стока.

Анализ показал, что транспорт пластика сосредоточен в короткие периоды паводков. В одном из изученных водотоков до 90% годового объема мезопластика было вынесено всего за 43 дня в течение года. Игнорирование таких периодов может приводить к серьезной недооценке годового объема пластика, поступающего в океан.

Для микропластика тенденция оказалась схожей, хотя менее выраженной. Кроме того, исследование выявило значимую корреляцию между концентрацией микропластика и показателями мутности воды. Это означает, что существующие системы мониторинга взвешенных веществ потенциально могут использоваться как индикатор для оценки пластикового загрязнения.

По словам авторов, полученные данные имеют практическое значение для разработки эффективных мер по снижению пластикового загрязнения. Учет паводковых периодов позволит более точно оценивать масштабы проблемы и корректировать природоохранную политику.

## **Бутилированная вода может заносить в организм около 90 000 частиц микропластика в год<sup>2</sup>**

Анализ более 140 исследований показал, что люди ежегодно проглатывают 39–52 тысячи микропластических частиц, а потребители бутилированной воды могут получать дополнительно ещё около 90 тысяч. При нагреве, хранении или механическом воздействии бутылки выделяют фрагменты пластика, а также бисфенолы и фталаты, которые могут переходить в воду.

Мельчайшие частицы — нанопластик — способны преодолевать биологические барьеры, попадать в кровоток и органы и потенциально взаимодействовать с ДНК, вызывая хроническое воспаление, гормональные сбои и оксидативный стресс. Комбинация частиц и химических добавок может усиливать риск, который пока остаётся недооценённым из-за ограничений методов обнаружения: нанопластик часто ускользает от приборов.

Исследователи призывают рассматривать бутилированную воду не как повседневную норму, а как вынужденную меру: одна бутылка не опасна, но десятилетия регулярного потребления могут создавать хроническую нагрузку на организм.

## **Небольшие плотины способствуют нагреву рек<sup>3</sup>**

Исследование показало, что небольшие плотины и водохранилища, сбрасывая летом тёплую поверхностную воду, формируют ниже по течению участки, опасные для холодноводных рыб, таких как форель. Повышение температуры всего на несколько градусов в жару приближает рыбу к её физиологическому пределу, вызывая стресс из-за нехватки кислорода.

Кроме того, тёплая вода ускоряет жизненный цикл паразита *Tetracapsuloides bryosalmonae* – возбудителя пролиферативной болезни по-

---

<sup>2</sup> Источник: <https://www.gismeteo.ru/news/nature/butilirovannaya-voda-mozhet-zanosit-v-organizm-okolo-90-000-chastic-mikroplastika-v-god/> Опубликовано 9.03.2026

<sup>3</sup> Источник: <https://www.gismeteo.ru/news/nature/nebolshie-plotiny-sposobstvujut-nagrevu-rek/> Опубликовано 13.02.2026

чек (PKD), которая уже приводит к массовой гибели лососевых в Европе и Северной Америке.

Учёные обнаружили, что ниже плотин молодь форели имеет значительно более высокую паразитарную нагрузку и более тяжёлое течение заболевания. Плотины не служат эффективным барьером для распространения паразита, поскольку его споры переносятся водой, а заражённая рыба мигрирует

Таким образом, даже небольшие плотины могут становиться локальными «горячими точками» заболеваний, угрожая популяциям ценных промысловых видов.

Авторы исследования подчёркивают, что при оценке экологического воздействия плотин и планировании их демонтажа необходимо учитывать не только фрагментацию рек, но и опосредованное влияние на температурный режим и распространение заболеваний. Решения, направленные на затенение рек или восстановление естественного течения, могут помочь разорвать эту опасную связь между потеплением воды и эпизоотиями.

## **Глобальное исследование показало, что сокращение лесов повышает «проницаемость» водосборных бассейнов<sup>4</sup>**

Утрата лесов приводит не только к сокращению лесного покрова, но и способна коренным образом изменить механизмы удержания и высвобождения воды в водосборных бассейнах. К такому выводу пришли авторы нового глобального исследования с участием ученых из Университет Бригганской Колумбии (кампус Оканоган). Результаты работы опубликованы в журнале *Proceedings of the National Academy of Sciences*. В исследовании были проанализированы данные по 657 водосборным бассейнам на шести континентах.

Авторы отмечают, что как исчезновение лесов, так и изменения в структуре лесного ландшафта приводят к увеличению доли так называемой «ювениальной воды» – дождевой и талой воды, которая проходит через водосборный бассейн в течение примерно двух–трех месяцев после выпадения.

---

<sup>4</sup> Источник: David Bidwell. Forest loss can make watersheds 'leakier,' global study suggests / <https://phys.org/news/2026-02-forest-loss-watersheds-leakier-global.html> Опубликовано 19.02.2026

Ведущий автор исследования Мин Цю, докторант программы по наукам о Земле и окружающей среде Университета Британской Колумбии в Оканагане, пояснил, что «ювениальная вода» является индикатором быстрого движения воды в системе. По его словам, высокая доля такой воды свидетельствует о том, что в почвах и подземных водах накапливается меньше влаги, доступной для использования в более засушливые периоды.

Соавтором исследования выступил доктор Адам Вэй, профессор факультета естественных наук имени Ирвинга К. Барбера Университета Британской Колумбии. Ученые проанализировали, как лесной покров и конфигурация ландшафта взаимодействуют между собой, влияя на гидрологические процессы в водосборных бассейнах в глобальном масштабе.

По мнению авторов, полученные выводы имеют прямое значение для управления лесным хозяйством и водосборными территориями, особенно в регионах, где заготовка древесины играет важную экономическую роль. Исследование показывает, что вопрос нельзя сводить к простому выбору между сохранением природы и развитием: возможен более взвешенный и комплексный подход к планированию.

Доктор Вэй подчеркнул, что утрата лесов действительно снижает способность водоразделов удерживать воду. В то же время, согласно результатам исследования, пространственное размещение лесов на ландшафте может как усиливать негативный эффект, так и способствовать его смягчению, поэтому ландшафтное планирование может стать частью решения проблемы.

### **Почему важны лесной узор и лесополосы**

Авторы исследования отмечают, что значение имеют не только площадь лесного покрова, но и его пространственная структура. Если предыдущие работы в основном фокусировались на количестве лесов и масштабах вырубки, то данное исследование добавляет важное измерение – расположение лесных массивов в пределах водосборного бассейна. По данным ученых, в бассейнах с относительно низкой лесистостью – как правило, менее 40–50 % – конфигурация оставшихся участков леса существенно влияет на характер движения воды.

В таких малолесных ландшафтах увеличение протяженности лесных опушек – зон, где лес граничит с вырубленными или открытыми территориями, – связано со снижением доли «ювениальной воды». Исследователи поясняют, что лесные края подвергаются более интенсивному солнечному излучению, отличаются пониженной влажностью и измененным микро-

климатом, что может усиливать эвапотранспирацию и, как следствие, уменьшать поверхностный сток.

В то же время в водосборных бассейнах с высокой степенью лесистости структура лесного покрова практически не оказывает заметного влияния на гидрологические процессы. При густых и непрерывных лесах края расположены ближе друг к другу, а микроклиматические изменения взаимно сглаживаются, что ограничивает их воздействие на распределение водных ресурсов.

Ведущий автор исследования Мин Цю подчеркнул, что одним из наиболее неожиданных выводов стало то, что структура леса играет наибольшую роль именно тогда, когда уровень лесистости уже низок. По его словам, после превышения определенного порога влияние конфигурации лесов в значительной степени ослабевает.

#### **Учет пространственного размещения лесов как элемент адаптации к изменению климата**

На фоне усиления экстремальных погодных явлений и растущего давления на водные ресурсы понимание того, каким образом решения в сфере землепользования отражаются на долгосрочной водообеспеченности, приобретает особую актуальность.

Ведущий автор исследования Мин Цю отметил, что водоразделы представляют собой природные системы хранения воды. По его словам, если общество стремится обеспечить достаточные запасы воды на весь засушливый период – для нужд населения, экосистем и промышленности, – необходимо учитывать не только масштабы утраты лесов, но и продуманно подходить к пространственному размещению сохранившихся лесных массивов.

## **Жаждающая планета, новые решения: три урока обеспечения водной безопасности<sup>5</sup>**

Во всём мире около 2,2 млрд человек не имеют доступа к безопасной питьевой воде, а 3,5 млрд живут без элементарных санитарных условий. Как отмечается в Докладе ООН о состоянии водных ресурсов мира за 2024 г., данная ситуация выходит далеко за рамки кризиса общественного здравоохранения. Нехватка воды уже признана серьёзной геополитической и социальной проблемой, которая способствует росту конфликтов вокруг водных ресурсов во всём мире. По имеющимся данным, в период с 1990 по 2023 гг. во всём мире было зарегистрировано не менее 1473 конфликтов, споров и случаев насилия, связанных с водными ресурсами. Последнее десятилетие характеризуется заметным ускорением этой тенденции: число подобных инцидентов увеличилось с 49 в 2014 г. до 117 в 2023 г., то есть в 2,4 раза. Только с 2019 г. количество конфликтов, связанных с водой, выросло примерно на 70 %.

### **Вода как инструмент геополитического и социального давления**

В 2010 г. ООН официально признала право человека на воду, а международное гуманитарное право прямо запрещает нанесение ударов по гражданской водохозяйственной инфраструктуре и использование воды в качестве оружия войны. Однако, как показывает практика, существующие международно-правовые нормы не смогли остановить тревожный рост числа конфликтов, связанных с водными ресурсами.

Продолжающаяся война в Украине демонстрирует это на примере систематических атак на системы водо- и энергоснабжения. В частности, разрушение в 2023 г. Каховской плотины и водохранилища, а также повреждение трубопроводов и очистных сооружений привели к прекращению водоснабжения для миллионов гражданских лиц и к опустошению сотен тысяч гектаров плодородных сельскохозяйственных земель.

Совпадение обострения международных конфликтов и усиливающихся последствий изменения климата не оставляет оснований ожидать естественного улучшения ситуации. В этих условиях государства вынуждены искать новые решения. Подобные усилия имеют решающее значение как для решения гуманитарных проблем, так и для снижения геополитиче-

---

<sup>5</sup> Источник: Daniel Myers. Thirsty Planet, New Solutions: Three Lessons in Water Security / <https://www.geopoliticalmonitor.com/thirsty-planet-new-solutions-three-lessons-in-water-security/>  
Опубликовано 24.02.2026

ской напряжённости, поэтому каждый даже частично успешный пример сотрудничества в сфере водных ресурсов можно рассматривать как важный шаг вперёд.

Среди обнадеживающих примеров успешного решения водных проблем можно выделить несколько показательных примеров:

### **Борьба Иордании за водную безопасность**

Одним из наиболее ярких примеров мирного преодоления водного кризиса является Иордания – страна, сталкивающаяся с острой нехваткой водных ресурсов. Доступ к воде здесь крайне ограничен: объем местных возобновляемых водных ресурсов составляет менее 100 м<sup>3</sup> на человека в год, тогда как порог «абсолютной нехватки воды» определяется на уровне 500 м<sup>3</sup> на человека.

Ситуация дополнительно осложняется тем, что значительная часть водоснабжения страны зависит от атмосферных осадков. В этих условиях изменение климата напрямую усугубляет проблему, нарушая традиционные режимы осадков. При этом долгосрочные прогнозы остаются неблагоприятными: согласно Национальной водной стратегии Иордании на 2023-2040 гг., ожидается сокращение запасов пресной воды примерно на 15 % к 2040 году. Геополитическая обстановка также усиливает водный кризис. Израильско-палестинский конфликт осложняет реализацию соглашений о совместном использовании водных ресурсов с Израилем, тогда как действия Сирии – другого соседа Иордании – также оказывают влияние на водную ситуацию. Строительство плотин и регулирование стока трансграничных рек на сирийской территории привели к сокращению притока воды в королевство.

Осознавая ограниченную надежность международных соглашений и потенциальные риски конфликтов за природные ресурсы в нестабильном регионе, Иордания активно ищет внутренние решения для обеспечения долгосрочной водной безопасности. Национальная стратегия в этой области основывается на сочетании технологических инноваций, институционального развития и привлечения частного сектора.

Значительный комплекс государственных программ, реализованных при поддержке международных партнеров по развитию, включает повторное использование сточных вод, переход к выращиванию менее водоемких сельскохозяйственных культур, а также внедрение технологий точного капельного орошения (фертигации). Для преодоления острого дефицита водных ресурсов страна также инвестирует в крупномасштабные нетрадиционные решения в сфере водоснабжения. Одним из ключевых проектов ста-

ла станция очистки сточных вод *Samra*, где сточные воды проходят очистку, смешиваются с пресной водой и затем используются для орошения сельскохозяйственных земель. Помимо этого объекта, в стране функционирует более 30 аналогичных установок меньшего масштаба. Инфраструктура обслуживает не только сельское хозяйство, но и промышленные объекты, включая горнодобывающие предприятия и лагеря беженцев. Управляющая компания SUEZ Water Solutions рассматривает возможности дальнейшего расширения подобных проектов по всей стране.

Еще одним стратегически важным проектом является строительство крупной опреснительной установки мощностью 851 тыс. м<sup>3</sup> воды в сутки, а также прокладка около 445 км трубопроводов для обеспечения питьевой водой примерно трех миллионов человек. Контракт, подписанный между Министерством водных ресурсов и ирригации Иордании и инвестиционным консорциумом Meridiam-SUEZ, рассматривается как ключевой шаг в укреплении водной безопасности страны. Ожидается, что реализация данного проекта позволит увеличить объем водоснабжения королевства почти на 60 %.

### **Всеобъемлющий подход правительства Австралии**

Австралия – самый засушливый обитаемый континент в мире – сталкивается с усиливающимися засухами и острой нехваткой водных ресурсов, что нередко вызывает политические конфликты, получившие название «водных войн», вокруг распределения этого жизненно важного ресурса. Подобные споры преимущественно сосредоточены в бассейне рек Муррей-Дарлинг – сельскохозяйственном центре страны, где производится более трети австралийской продовольственной и волокнистой продукции.

Десятилетия чрезмерного водозабора привели к тому, что естественный сток рек в море значительно сократился. Одновременно нерациональное землепользование способствовало деградации пойменных территорий, распространению инвазивных видов и ухудшению состояния экосистемы. В результате возникла прямая угроза водной безопасности бассейна, что, в свою очередь, ставит под риск экономическую и продовольственную стабильность страны, превращая проблему водных ресурсов в одну из ключевых социальных задач.

Для преодоления хронической нехватки воды Австралия выстроила систему управления водными ресурсами на основе скоординированного взаимодействия федерального правительства и правительств штатов. Центральным элементом этой системы является План управления бассейном, устанавливающий юридически обязательные лимиты водозабора, призван-

ные обеспечить сохранение достаточного объема воды для поддержания экологического баланса. Права на использование воды распределяются между различными категориями пользователей и регулируются через развитый рынок водных ресурсов, который позволяет осуществлять торговлю водными квотами и переносить их использование между годами. Потоки воды в речной системе контролируются обширной сетью плотин, водосливов и шлюзов. В последние годы эта инфраструктура была модернизирована с учетом экологических требований. В настоящее время она используется, в частности, для целенаправленного сброса воды с целью восстановления рек и водно-болотных угодий, испытывающих экологическое давление. Такой подход рассматривается как один из ключевых инструментов обеспечения долгосрочной водной безопасности страны.

Одним из наиболее значимых мероприятий по обеспечению водной безопасности бассейна Муррей-Дарлинг является проект, реализуемый не в самом бассейне, а на крупном прибрежном объекте – Викторианской опреснительной установке (VDP). Этот объект был разработан совместным предприятием Thiess Degremont в рамках государственно-частного партнерства AquaSure, которое по контракту с правительством штата Виктория финансирует, строит и эксплуатирует установку. Основной целью проекта является обеспечение города Мельбурна устойчивым к изменениям климата источником водоснабжения. При этом влияние станции на внутренний бассейн Муррей-Дарлинг носит как стратегический, так и системный характер. Обеспечивая альтернативный и стабильный источник воды, опреснительная установка позволяет фактически «замещать» традиционные источники водоснабжения, снижая зависимость Мельбурна от системы водохранилищ, связанных с притоками реки Муррей-Дарлинг. В результате в речной системе может сохраняться больший объем воды, что способствует поддержанию стока для сельского хозяйства и сохранению экосистем в нижнем течении бассейна.

Эффективность данного подхода усиливается функционированием развитого рынка водных ресурсов Австралии. Благодаря повышению устойчивости водоснабжения Мельбурна за счёт опреснения, права на использование воды, которые ранее резервировались для городских нужд, могут перераспределяться посредством рыночных механизмов. В засушливые годы эта «высвобождаемая» вода направляется на поддержку ирригационных систем, а также на обеспечение экологических стоков в наиболее уязвимых районах бассейна. Таким образом, Викторианская опреснительная установка фактически выполняет роль своеобразного регионального «страхового механизма». Обеспечивая водоснабжение одного из крупнейших потребителей, она снижает конкуренцию за ресурсы в масштабах всей системы, повышает уровень водной безопасности для различных катего-

рий пользователей и способствует снижению остроты конфликтов вокруг одного из наиболее ценных ресурсов страны.

### **Защита Испании от засухи**

Температура в Европе повышается примерно в два раза быстрее, чем в среднем по миру, и особенно остро последствия этого процесса ощущаются в Испании, где климатические изменения уже начинают дестабилизировать повседневную жизнь и экономическую деятельность. Экстремальная жара всё чаще вынуждает работников, занятых на открытом воздухе и в сельском хозяйстве, ограничивать время пребывания под солнцем, чтобы избежать опасных для жизни тепловых ударов. Туристический сектор, являющийся одним из ключевых элементов национальной экономики, также вынужден адаптироваться к новым климатическим условиям: в ряде регионов, например, практикуется использование морской воды для заполнения бассейнов. Между тем фермеры сталкиваются с крайне сложным выбором, нередко жертвуя урожаем фруктовых культур для того, чтобы направить ограниченные водные ресурсы на поддержание жизнеспособности садов и многолетних насаждений.

Нехватка воды усиливает социальную и политическую напряжённость по всей стране. По мере сокращения доступных ресурсов конфликты между различными группами пользователей воды становятся всё более заметными. Фермеры организуют протестные акции и перекрывают дороги, демонстрируя растущее недовольство, которым, как отмечают наблюдатели, могут воспользоваться популистские политические движения. В то же время представители основных политических сил подвергаются критике за то, что внутривнутриполитическая борьба нередко ставится выше выработки эффективной и последовательной политики в сфере управления водными ресурсами. Особенно острой ситуация стала в Барселоне, где продолжительная засуха, усугублённая последствиями изменения климата и высоким спросом на воду со стороны туристического сектора, привела к введению режима чрезвычайного положения в феврале 2024 г. Городские власти ввели строгие ограничения на потребление воды для жителей и предприятий, что, в свою очередь, осложнило отношения с одним из ключевых для городской экономики туристическим сектором. Хотя впоследствии чрезвычайные меры были отменены, данный эпизод лишь подчеркнул сохраняющуюся проблему обеспечения достаточных водных ресурсов для растущего населения и экономики, во многом зависящей от туризма.

Столкнувшись с серьёзным кризисом водоснабжения, испанские власти реализуют комплексную стратегию, направленную на укрепление региональной водной безопасности. Одной из ключевых инициатив в Бар-

селоне стало создание первого в стране сообщества пользователей подземных вод, объединившего государственные органы и основных правообладателей водных ресурсов в рамках единой системы управления. Кроме того, город провёл масштабную модернизацию дренажной сети, значительная часть которой была профинансирована за счёт средств Европейского союза. Параллельно были введены требования об обязательном использовании отдельных систем водоснабжения при строительстве новых городских объектов.

Одним из наиболее значимых инфраструктурных достижений стало строительство крупной станции очистки сточных вод, оснащённой современными системами третичной очистки. Объект был реализован консорциумом *FCC Construcción i Aqualia*. Благодаря его функционированию река Льобрегат смогла значительно восстановить своё экологическое состояние: в её водах вновь появились выдры, а пляж Эль-Прат получил международный экологический сертификат «Голубой флаг». Помимо экологического эффекта, станция выполняет важную функцию защиты региона от засухи. Она обеспечивает дополнительное водоснабжение нижнего течения реки, используется для орошения сельскохозяйственных земель в районе Байш-Льобрегат и поддерживает существование местных водноболотных экосистем. Кроме того, объект способствует поддержанию гидравлического барьера, предотвращающего проникновение морской воды в прибрежный водоносный горизонт.

Хотя очищенная вода пока не используется в качестве питьевой, её повторное применение значительно увеличивает общий объём доступных водных ресурсов региона. Такой подход, обеспечивающий целый комплекс преимуществ – улучшение качества подземных вод, предотвращение засоления водоносных горизонтов и водоснабжение сельского хозяйства, промышленности и природных экосистем, – способствует снижению водного дефицита и поддержанию устойчивого развития региональной экономики.

## **Климатологи впервые проводят сравнительный анализ моделей глобального водного цикла<sup>6</sup>**

Международная группа исследователей завершила скоординированное сравнение климатических моделей, учитывающих изотопные составы воды, и установила, что объединение результатов нескольких моделей обеспечивает более точное соответствие реальным наблюдениям, чем использование любой отдельной модели в отдельности.

Изотопные составы воды представляют собой варианты молекулы воды, содержащие более тяжёлые формы атомов водорода и кислорода. Учёные применяют эти изотопные маркеры для отслеживания перемещения воды в атмосфере и изменений её фазового состояния, от пара до дождя или снега. На протяжении последних двадцати лет исследовательские группы по всему миру разработали климатические модели, способные учитывать распределение этих изотопов, однако различия в настройках моделей затрудняли прямое сопоставление их результатов.

С целью преодоления этой проблемы исследователи инициировали проект по сравнительному анализу моделей изотопного состава воды, известный как WisoMIP. В рамках проекта восемь передовых климатических моделей были запущены с использованием идентичных данных о циркуляции атмосферы из повторного анализа ERA5, а также единообразных показателей температуры поверхности моря и состояния морского льда за период с 1979 по 2023 гг. Такая унифицированная настройка позволила группе исследователей сравнить, как каждая модель воспроизводила трёхмерное распределение изотопов воды с дневной детализацией.

Анализ показал, что при усреднении результатов всех восьми моделей совокупные результаты более точно соответствуют наблюдаемым изотопным распределениям в осадках, атмосферном водяном паре и снеге, чем любая отдельная модель. Средние значения также воспроизвели общие закономерности распределения изотопов кислорода в осадках и позволили определить конкретные регионы, где модели по-прежнему демонстрируют значительные расхождения.

Поскольку изотопные сигнатуры воды сохраняются в ледяных ядрах, скелетах кораллов и годовых кольцах деревьев, а также могут изменяться в современных осадках и атмосферном водяном паре, полученные

---

<sup>6</sup> Источник: Olivia Tempest. Climate scientists compare global water cycle models for the first time / <https://smartwatermagazine.com/news/smart-water-magazine/climate-scientists-compare-global-water-cycle-models-first-time> Опубликовано 26.02.2026

результаты способствуют сопоставлению наблюдательных данных с результатами климатического моделирования. Набор данных WisoMIP устанавливает ориентир, который исследователи могут использовать для оценки и совершенствования климатических моделей с учётом изотопов, что потенциально снижает неопределённость в прогнозах будущего климата.

Исследование было опубликовано в журнале «Journal of Geophysical Research: Atmospheres» Хайонгом Бонгом и его коллегами при поддержке таких учреждений, как Институт промышленных наук Токийского университета, а также исследовательских агентств Японии, Норвегии и США.

## Цифровые технологии

### **Цена одного вопроса: почему бездумное общение с нейросетями оставляет планету без воды<sup>7</sup>**

Запрос к нейросети потребляет в 50 раз больше энергии, чем поиск в Google, а серверы охлаждаются питьевой водой, испаряя миллионы литров ежедневно.

Пока американские гиганты строят дата-центры в пустынях, увеличивая углеродный след, Россия и Китай находят способы экономить ресурсы за счёт холода и централизации.

Один текстовый запрос к нейросети потребляет в десять раз больше энергии, чем обычный поиск в Google. Об этом рассказал Иван Будник, эксперт-практик в области ИИ, цифровой трансформации и электронной коммерции, сооснователь ИИ-стартапов и член наблюдательного совета Альянса в сфере ИИ.

«Каждый раз, когда кто-то просит ChatGPT придумать пост для социальной сети или сгенерировать картинку, где-то в дата-центре сервер начинает работать так, что его приходится охлаждать половиной литра воды. Звучит абсурдно? Вот только это реальность 2026 года», – рассказал эксперт.

По его словам, генерация изображения потребляет столько же электричества, сколько нужно для половины заряда смартфона. А если задать искусственному интеллекту абстрактный или философский вопрос, энергопотребление возрастает в 50 раз по сравнению с обычным поиском.

Для охлаждения серверов дата-центры используют питьевую воду, поскольку техническая вода забивает трубы и разъедает оборудование. Один средний центр расходует миллион литров ежедневно – столько же потребляет город с населением 50 тысяч человек. К 2027 году мировая ИИ-индустрия израсходует 6,6 триллиона литров пресной воды, причём 80 % этого объёма уйдёт безвозвратно через испарение.

«Парадокс в том, что две трети новых дата-центров строят именно там, где воды уже не хватает, – например, в Аризоне и северных провин-

---

<sup>7</sup> Источник: <https://ecoportal.su/news/view/132066.html> Опубликовано 15.02.2026

циях Китая. Компании гонятся за дешёвой землёй и налоговыми льготами, игнорируя местные ресурсы», – отметил он.

В США развитие ИИ во многом пущено на самотёк. Google, Microsoft и Amazon декларируют цели по нулевому углеродному следу к 2030 году, но выбросы только растут. У Google они подскочили на 50 % за последние пять лет, у Microsoft – на 29 %. К 2030 году дата-центры США будут потреблять 9 % всей электроэнергии страны.

Китай, в отличие от США, действует централизованно. Там запущен проект «Восточные данные – западные вычисления», который переносит вычислительные мощности из перенаселённых мегаполисов в северные регионы с холодным климатом. Это снижает затраты на охлаждение и даёт доступ к возобновляемой энергии.

Россия также экономит ресурсы благодаря климату. Например, «Яндекс» демонстрирует показатель энергоэффективности 1,09 против среднемирового 1,56. Это значит, что на охлаждение и освещение уходит на 84 % меньше вспомогательной энергии. Российские операторы используют фрикулинг – технологию охлаждения серверов забортным воздухом без химических хладагентов и воды.

Проблема для экологии кроется не в самом существовании ИИ, а в том, как его применяют. Традиционный поисковик извлекает готовый фрагмент из индекса, тогда как генеративный ИИ синтезирует ответ заново, активируя триллионы параметров нейросети. Каждый такой запрос нагружает графические процессоры, работающие при высоких температурах, что требует мгновенного охлаждения, ускоряет износ оборудования и рост электронных отходов.

К 2030 году дата-центры будут потреблять 3–4 % всего электричества на планете. При сохранении текущих темпов развития объём электронных отходов от ИИ-индустрии достигнет 16 миллионов тонн.

«ИИ может сократить глобальные выбросы к 2035 году за счёт управления ресурсами. Но только если перестать относиться к нему как к бесплатному безграничному ресурсу. Каждый запрос имеет цену, и платит за него планета», – резюмировал Будник.

## От данных к действиям: трансформация информации о водных ресурсах в оперативные решения<sup>8</sup>

Оперативная аналитика в области управления водными ресурсами позволяет формировать эффективные цифровые модели и способствует более своевременному реагированию на экстремальные климатические явления.

Платформа *Xylem Vue* выделяет четыре глобальные тенденции развития отрасли: совершенствование процессов централизации и мониторинга; персонализированный подход к принятию решений; профилактическое обслуживание и алгоритмическую оптимизацию; а также бесперебойную интеграцию с внешними технологическими решениями.

В последние годы оперативная аналитика, поддерживаемая передовыми технологиями искусственного интеллекта, существенно трансформировала подходы к управлению водными ресурсами. Отмечается, что внедрение таких решений – от централизации данных до оптимизации операционной деятельности с использованием прогнозных алгоритмов – позволяет водоснабжающим организациям повышать устойчивость систем, более эффективно использовать ресурсы и обеспечивать надежность предоставления услуг в условиях возрастающих вызовов.

Эти технологические достижения позволяют преобразовывать информационные потоки в оперативные управленческие действия. Тем самым они способствуют не только совершенствованию управления водными ресурсами, но и решению задач, связанных с экстремальными природно-климатическими явлениями, а также повышению устойчивости критически важной инфраструктуры. Такие выводы представлены в отчете «Тенденции в области водных технологий до 2025 года: революция в управлении водными ресурсами», подготовленном платформой *Xylem Vue*, созданной в рамках партнерства компаний *Xylem* и *Idrica*.

В документе отмечается, что четыре ключевые тенденции в области оперативной разведки стали критически важными для управления водными сетями, очистными сооружениями и водными ресурсами на глобальном уровне:

**1. Расширенная централизация и мониторинг.** Отмечается, что решения в области оперативной аналитики развиваются в направлении полностью централизованных платформ, способных интегрировать данные

---

<sup>8</sup> Источник: From data to action: How to transform water resource information into immediate decisions / <https://smartwatermagazine.com/news/xylem-vue/data-action-how-transform-water-resource-information-immediate-decisions> Опубликовано 24.02.2026

из множества источников в режиме реального времени. Согласно прогнозам, к 2025 г. такие платформы обеспечат мгновенную оперативную видимость всей системы, что позволит коммунальным предприятиям расставлять приоритеты при принятии критически важных мер, сокращать эксплуатационные расходы и оперативно реагировать на чрезвычайные ситуации, включая наводнения и перебои в снабжении.

**2. Индивидуализированное принятие решений.** Эксперты подчеркивают, что аналитика данных достигла нового уровня совершенства. Настраиваемые информационные панели дают коммунальным предприятиям возможность корректировать свою деятельность в соответствии с конкретными сценариями. По мнению специалистов платформы *Xylem Vue*, прогностические инструменты не только выявляют исторические закономерности, но и предоставляют рекомендации в режиме реального времени, позволяя максимально повышать эффективность операций и минимизировать риски.

**3. Профилактическое обслуживание и алгоритмическая оптимизация.** Согласно отчету, передовые алгоритмы способны выявлять потенциальные неисправности до их возникновения, анализируя эксплуатационные данные, включая показатели вибрации и колебания давления. Это позволяет существенно сокращать затраты на ремонт и продлевать срок службы критически важной инфраструктуры. Кроме того, автоматизированные операции на базе искусственного интеллекта оптимизируют использование оборудования в соответствии с текущим спросом и условиями эксплуатации.

**4. Бесперебойная интеграция с внешними технологиями.** Отмечается, что системы оперативной аналитики обеспечивают не только интеграцию данных внутренних приложений по управлению водными ресурсами, но и возможность подключения к внешним технологиям, включая инструменты бизнес-аналитики (BI). В результате создается централизованная среда, которая способствует совместной работе, стратегическому анализу и комплексному управлению водными ресурсами.

В отчете, подготовленном специалистами платформы *Xylem Vue*, подчеркивается, что интеграция таких систем позволяет организациям не только повышать эффективность, но и улучшать качество обслуживания за счет более оперативного реагирования на операционные и стратегические требования.

## **Соединяя водосборные бассейны: как спутниковый Интернет вещей развивает дистанционное зондирование в гидрологии<sup>9</sup>**

Аластер Маклеод, генеральный директор компании *Ground Control*, рассказывает о том, как его организация объединяет данные дистанционного зондирования в гидрологии для получения надежной информации, необходимой для принятия эффективных управленческих решений.

Если у водоснабжающей компании есть такие объекты, как водохранилище, трубопровод, насосная станция или точка учета, расположенные вне зоны стабильного покрытия сотовой связи, мы разрабатываем архитектуру, обеспечивающую надежную, быструю и экономичную передачу как отдельных, так и агрегированных данных через шлюз.

В рамках нашего подхода к проектированию, не зависящему от сети, мы оцениваем прямую видимость, бюджет мощности, предполагаемые объемы данных, допустимую задержку, а также требования к мобильности и безопасности. После этого мы выбираем максимально узкий и простой канал передачи, полностью соответствующий потребностям. По возможности мы переносим обработку аналитики на периферию, чтобы система отправляла только действительно важную информацию.

### **Дистанционное зондирование для принятия решений в области энергетики**

Отличным примером является работа гидроэлектростанций многонациональной энергетической компании *RWE* в Сноудонии, Уэльс. Когда в этом отдаленном горном регионе идут сильные дожди, *RWE* получает возможность генерировать больше возобновляемой энергии, направляя дополнительные объемы воды в каналы, водотоки, а затем – в озера и водохранилища. Чтобы извлечь максимальную пользу из осадков, компании необходимо было знать уровень воды в режиме реального времени, для чего были установлены гидрологические станции на солнечной энергии.

Поскольку в этой охраняемой зоне отсутствует сотовая сеть, *Ground Control* тесно сотрудничала с *RWE* и другими партнерами для интеграции спутниковой связи в гидрологические станции. Данные собираются каж-

---

<sup>9</sup> Источник: [Connecting catchments: how satellite IoT is powering remote hydrology /](https://www.waterpowermagazine.com/analysis/connecting-catchments-how-satellite-iot-is-powering-remote-hydrology/)  
<https://www.waterpowermagazine.com/analysis/connecting-catchments-how-satellite-iot-is-powering-remote-hydrology/> Опубликовано 29.01.2026

дые 15 минут и передаются каждые три часа, при этом пограничные вычисления позволяют увеличить частоту передачи, если уровень воды выходит за пределы нормы. Как только уровень воды возвращается к норме, передача данных автоматически замедляется, что обеспечивает экономное ежемесячное потребление – не более 2 МБ на объект.

В этом проекте *Ground Control* рекомендовала и внедрила терминалы *Hughes 9502 Viasat IoT Pro* (ранее – *Inmarsat BGAN M2M*), так как между станциями и спутником над головой можно было установить четкую линию прямой видимости, обеспечивающую стабильное и экономичное соединение.

При выборе спутниковой сети и услуг важно учитывать не только расположение антенны, но и такие факторы, как бюджет мощности, допустимая задержка, объем данных, мобильность, безопасность и степень контроля над информацией. Необходимо определить, будет ли передача осуществляться по IP или с использованием более энергоэффективного и экономичного протокола на основе сообщений. В подобных проектах всегда полезно проконсультироваться со специалистом, особенно учитывая быстрое развитие спутниковых сетей и услуг.

### **Мониторинг водохранилищ при ограничениях по мощности**

У другого клиента были водохранилища в северной Канаде, требующие удаленного мониторинга на протяжении долгих и суровых зимних месяцев. Спутники *Viasat* находятся на геостационарной орбите, то есть кажутся неподвижными над головой, и устройство должно иметь возможность «видеть» спутник. На крайних широтах это становится проблемой, так как линия видимости легко блокируется растительностью и рельефом, поэтому услуга *Viasat* для этого проекта не подходила.

Еще одним серьезным ограничением была мощность: солнечные панели зимой работают лишь частично, поэтому система должна была сообщать об исключениях – «просыпаться» для передачи данных, когда они выходят за пределы нормальных значений, и возвращаться в спящий режим, когда уровень воды нормализуется, чтобы экономить заряд батареи.

Для этого команда *Ground Control* выбрала *RockBLOCK RTU* – встроенный микрорегистратор данных для удаленного сбора информации с датчиков в суровых условиях, вдали от электросетей. Он потребляет всего 380 мВт при почасовом интервале отчетности и способен локально хранить и агрегировать показания датчиков, передавая данные только в случае выхода значений за заранее заданные пороговые уровни. Такой подход

максимально увеличивает срок службы батареи и снижает расходы на связь.

Для передачи данных была выбрана услуга *Iridium Short Burst Data (SBD)* – пакетный протокол с гораздо меньшей нагрузкой, чем передача по IP (как используется в терминале *Hughes 9502*). Это также снижает энергопотребление, так как передается только активная полезная нагрузка. Сеть *Iridium* обеспечивает покрытие от полюса до полюса: при хорошем обзоре неба данные можно отправлять в любую точку планеты.

### Новый импульс для спутникового Интернета вещей

Спутниковая связь, которая раньше считалась крайней мерой, сейчас переживает настоящий ренессанс, в основном благодаря внедрению стандартов сотовой связи в спутниковую экосистему. Преимущество такого подхода заключается в возможности использовать один микропроцессорный набор для *NB-IoT* или *LTE Cat-1* и бесшовно переключаться между сотовыми и спутниковыми сетями, что снижает стоимость оборудования и устраняет зависимость от одного поставщика.

На практике спутниковая связь имеет больше ограничений, чем сотовая: она дороже, пропускная способность ниже, а время передачи данных больше. Однако разрыв постепенно сокращается. Хотя услуги *NTN* (Non-Terrestrial Networks) находятся на ранней стадии развития, они уже вызвали новый интерес к спутниковому Интернету вещей. Проверенные операторы спутниковых сетей запускают услуги *NTN*, а также новые собственные сервисы по более конкурентоспособным ценам, такие как *Iridium Messaging Transport* и *Viasat IoT Nano*.

Важно понимать, что нет универсального спутникового сервиса IoT, подходящего для всех случаев. Новые сервисы *NTN* предназначены для небольших объемов данных и приложений, допускающих задержки, и не подходят для передачи больших объемов информации или частых обновлений, для чего лучше использовать проприетарные сервисы.

Дистанционное зондирование для гидроэнергетики и мониторинга плотин в суровых условиях остается системной задачей. Технологии совершенствуются, затраты снижаются, а варианты множатся, но основные принципы остаются неизменными: учитывать физические законы, минимизировать полезную нагрузку и выбирать самый простой носитель, соответствующий риску. Когда команды следуют этим принципам, результат – надежные данные в нужное время без излишней инженерной сложности.

## Спутниковый Интернет вещей и гидроэнергетика

На основе опыта развертывания *Ground Control*, шесть факторов неоднократно определяют успех или неудачу проектов спутникового мониторинга:

**Вид неба и геометрия (*LEO против GEO*).** Для *GEO* (напр., *Viasat*) необходима беспрепятственная линия до фиксированной точки на горизонте; небольшие изменения высоты или азимута мачты могут повлиять на качество связи. Для *LEO* (напр., *Iridium*) постоянная видимость одного спутника не требуется, но необходимо свободное пространство над головой, чтобы пролетающие спутники не блокировались постоянно. Рекомендуется проверять условия с помощью симуляций пролета и тестов на месте, учитывая сезонные изменения растительности и уровня воды.

- **Энергетический бюджет.** Планируйте систему исходя из самых неблагоприятных условий – минимального солнечного освещения и низких температур. Отдавайте предпочтение протоколам на основе событий и сообщений, а также переносите сжатие и пороговые значения на периферию, чтобы минимизировать энергопотребление.
- **Минимализм данных.** Разделяйте частоту дискретизации и частоту передачи данных. Хранение и агрегирование данных локально, а также отправка только исключений, позволяет экономить эфирное время и продлевает срок службы батарей.
- **Допустимая задержка.** Определите, какие данные требуют отображения с точностью до минуты (напр., сигналы тревоги и управление), а какие могут передаваться ежечасно или ежедневно (тенденции и отчеты). При необходимости сопоставьте их с различными типами носителей.
- **Устойчивость к воздействию окружающей среды.** Уточните требования к защите от проникновения, диапазону рабочих температур, надежности разъемов, креплению и защите от перенапряжений. Даже самый продвинутый модем бесполезен, если корпус не выдерживает воздействия окружающей среды.
- **Право собственности на данные и их безопасность.** Определите, кто контролирует учетные данные устройств и маршрутизацию, как шифруются данные при передаче и хранении, а также как осуществляется аутентификация беспроводных обновлений.

## Австралия

### **Нужно планировать не только ожидаемое, но и то, чего мы боимся<sup>10</sup>**

Управление бассейна Мюррей-Дарлинг (MDBA), являющееся уставным агентством, ответственным за планирование водных ресурсов бассейна, недавно поделилось тревожными прогнозами относительно его будущего. Согласно представленной информации, в дальнейшем бассейн почти наверняка столкнется с более жаркими, сухими и нестабильными условиями, а сток рек сократится.

Последние крупные отчеты Управления – «Устойчивая урожайность», «Прогноз» и «Документ для обсуждения по пересмотру плана бассейна» – предоставляют наиболее ясное представление о том, как изменение климата влияет на бассейн Мюррей-Дарлинг.

Вместе с тем в этих отчетах подчеркивается важный момент: хотя направления изменений известны, их масштабы и сроки остаются крайне неопределенными.

#### **Почему неопределенность имеет значение?**

При планировании водных ресурсов часто возникает инстинктивное желание выбрать «климатическое будущее» – засушливое или влажное – и строить планы исходя из этого предположения. Однако бассейн может изменяться в разных направлениях и с разной скоростью.

Вместо того чтобы пытаться точно предсказать, каким будет климат в будущем, и какая из климатических моделей окажется «правильной», исследователи все чаще утверждают, что такая цель является ошибочной.

Часто мы также сосредотачиваемся на аспектах, которые нам удобны или хорошо знакомы. Это порождает еще один вид неопределенности – так называемые «неизвестные неизвестные», которые, если их игнорировать, могут подвергнуть нас риску неожиданных угроз в будущем.

---

<sup>10</sup> Источник: Andrew John, Avril Horne and Sam Culley. We need to plan for what we fear, not just what we expect / <https://phys.org/news/2026-02-we-need-to-plan-for.html> Опубликовано 11.02.2026

Компьютерные модели, используемые для прогнозирования состояния бассейна и рек, практически не изменились с момента последней крупной оценки всего бассейна в 2009 г. Эти инструменты полезны для тех задач, для которых они были разработаны – моделирования распределения водных ресурсов между Новым Южным Уэльсом, Викторией и Южной Австралией, – но они имеют ограничения.

Например, такие модели не способны предсказать события вроде массовой гибели рыбы в 2019 г., изменения в типах сельскохозяйственных культур, землепользовании или трансформации сообществ бассейна.

### **Какие у нас есть альтернативы?**

Необходим более эффективный подход к управлению как известными, так и неизвестными факторами неопределенности, чтобы принимать обоснованные решения. Вместо того чтобы пытаться предсказать будущее, важно задавать себе вопросы: какие условия могут привести к сбою системы? Какие факторы неопределенности действительно влияют на наши решения?

В недавней работе, проведенной в рамках Центра совместных исследований *One Basin* (CRC), использовался подход «стресс-тестирования» для южной части бассейна Мюррей-Дарлинг. Вместо сложных и медленных моделей, которые просчитывают лишь несколько сценариев, исследователи применили более быстрые и простые модели для анализа тысяч возможных вариантов будущего.

При этом корректировались такие параметры, как количество осадков, температура и сезонность, чтобы выявить пределы устойчивости системы. Это позволило определить, где начинают нарушаться ключевые механизмы, например правила распределения водных ресурсов, и как это проявляется в засушливых, но вероятных условиях будущего.

Результаты показали, что система хорошо справляется с небольшими снижениями осадков. Однако обнаружился «скрытый обрыв»: при падении стока ниже определенного порога – около 20–25 % – система выходит из строя. Аналогично, снижение количества осадков на 15 % значительно увеличивает риск нарушения экологических целей и ухудшения состояния экосистем бассейна.

Понимание этих предельных точек может существенно улучшить планирование адаптации. Полученные уроки помогают разрабатывать стратегии, которые либо избегают критических точек, либо минимизируют их последствия.

Еще одним инструментом, который может быть использован, является метод «сценариев». Он позволяет создавать комплексные картины будущего, учитывающие не только возможные изменения климата, но и реакции людей на эти изменения – аспект, которого недостает в текущих моделях.

### **Адаптация повышает шансы на благоприятный исход**

Вместо того чтобы игнорировать факторы, которые текущие модели не способны смоделировать, исследователи используют дополнительные источники информации.

Такие источники включают интегрированные модели, прошлые наблюдения, знания коренных народов и экспертные оценки, которые помогают понять, как могут развиваться события, включая так называемые «неизвестные неизвестные».

Это становится особенно важным в контексте необходимости адаптации к изменению климата. Необходимы стратегии адаптации, которые будут полезны сообществам бассейна и экосистемам при различных климатических условиях будущего, а не только при реализации одного «прогноза».

Исследования показывают, как можно выявлять такие варианты адаптации. Например, восстановление связей рек с их поймами демонстрирует, как преимущества этой меры изменяются в тысячах различных сценариев будущего, что позволяет планировать более устойчивые решения.

### **Подготовка к неизвестному**

Адаптация к рискам, связанным с изменением климата, касается каждого. В документе MDBA для обсуждения пересмотра плана бассейна подчеркивается необходимость продолжать инвестиции в науку, чтобы улучшить понимание экологических, экономических, социальных и культурных взаимодействий, а также поддерживать принятие обоснованных решений в управлении водными ресурсами.

Исследователи соглашаются с этим направлением, но отмечают, что также требуется изменить подход к моделированию сценариев управления водными ресурсами, учитывать разнообразные мнения и расширять спектр инструментов, используемых для принятия решений.

У исследователей есть три ключевых рекомендации для улучшения методов исследований в области изменения климата:

1. Сосредоточьте моделирование на действительно важных аспектах. Следует концентрироваться на источниках неопределенности и не игнорировать новые угрозы. Моделировать стоит не только ожидаемые события, но и то, чего мы опасаемся.

2. Начинайте с конкретных решений и адаптируйте методы под них. Одна модель не способна охватить все аспекты. Разные решения зависят от различных частей системы – например, водные потоки оказывают существенное влияние на окружающую среду и экосистемы – поэтому моделирование должно учитывать динамику, имеющую значение для конкретного решения.

3. Сотрудничество выходит за рамки науки. Для понимания рисков и управления последствиями необходимо тесное взаимодействие правительства, исследователей и сообществ бассейна.

Все это имеет значение, потому что адаптация к изменению климата требуется уже сегодня.

Известно, что бассейн Мюррей-Дарлинг будет меняться, но точные направления этих изменений остаются неизвестными. Если решения будут приниматься на основе узкого понимания будущего или устаревших представлений о реках, системы не смогут выдержать будущие потрясения, и последствия будут ощутимы.

Проводя стресс-тестирование рек уже сейчас и готовясь к неизвестному, можно спроектировать речную систему так, чтобы она была более устойчива к любым вызовам, которые может принести будущее.

## Азия

### Почему водный кризис в Центральной Азии имеет значение для Китая и Европы<sup>11</sup>

Нехватка воды в Центральной Азии становится стратегическим риском, последствия которого выходят далеко за пределы региона, затрагивая цепочки поставок, энергетическую безопасность и геополитическую стабильность как Китая, так и Европейского союза. В аналитической статье, опубликованной в *South China Morning Post*, Женьевьева Доннеллон-Мэй отмечает, что высыхание рек, рост конкуренции за ресурсы и климатическое давление могут нарушить торговые коридоры и инвестиционные проекты, связывающие Центральную Азию с Пекином и Брюсселем. В результате управление водными ресурсами становится не только региональной, но и глобальной проблемой.

Проблема нехватки воды в Центральной Азии может казаться удалённой, однако реки региона являются основой евразийских торговых коридоров, обеспечивают глобальные продовольственные рынки и питают региональные энергетические системы. По мере усугубления водного дефицита эта проблема перестаёт быть исключительно экологической и превращается в стратегическую угрозу для всей Евразии, требующую неотложного внимания со стороны Пекина, Брюсселя и других стран.

Центральная Азия нагревается в два раза быстрее, чем среднее значение по миру, что ускоряет отступление ледников в горных хребтах, выполняющих роль естественных водохранилищ. В результате сток крупных трансграничных рек становится более нестабильным, а засухи – более частыми. Эти изменения усиливают нагрузку на сельское хозяйство и гидроэнергетику, подрывают источники средств к существованию в сельских районах и повышают социально-экономическую уязвимость всего региона.

Для Пекина эти риски являются непосредственными. Западный Китай и Центральная Азия имеют общие ключевые речные бассейны, что делает водную безопасность трансграничной проблемой. Непредсказуемые потоки воды создают нагрузку на сельское хозяйство и промышленность в Синьцзяне, а нехватка воды усиливает социально-экономическое давление

---

<sup>11</sup> Источник: Why China and Europe Should Care about Central Asia's Water Crisis / <https://caspiantpost.com/analytics/water-scarcity-in-central-asia-poses-risks-for-china-eu> Опубликовано 3.02.2026

в чувствительных приграничных регионах – проблему, за которой Пекин внимательно следит.

Климатический стресс в Центральной Азии также отражается на инициативе «Пояс и путь». Транспортные коридоры, промышленные зоны и логистические хабы зависят от стабильных поставок воды и энергии. Сбои в импорте продовольствия из Казахстана и нестабильность региональных энергетических рынков напрямую влияют на стратегию развития западных регионов Китая и долгосрочную жизнеспособность его евразийских коридоров.

Европа сталкивается с аналогичной угрозой. Европейский союз инвестирует значительные средства в Транскаспийский международный транспортный коридор как альтернативу маршрутам через Россию, в рамках диверсификации цепочек поставок. ЕС совместно с партнёрскими учреждениями также ускоряет инвестиции через инициативу Global Gateway для поддержки транспортного сообщения в Центральной Азии.

Однако постоянная угроза климатической нестабильности существенно подрывает надёжность этих коридоров: нехватка воды может вызвать сбои в промышленности и сельском хозяйстве, увеличить нагрузку на энергосети и повысить операционные риски для транспорта и логистики, что ослабляет цели Европы по обеспечению устойчивого взаимодействия и стратегической автономии.

Продовольственная безопасность добавляет ещё одно глобальное измерение. Центральная Азия является крупным производителем пшеницы, а Казахстан входит в число ведущих мировых экспортёров. Нехватка воды, приводящая к снижению урожайности, отражается на мировых рынках, затрагивая зависимые от импорта регионы Ближнего Востока и Южной Азии и способствуя нестабильности цен в Европе. Сбои в водоснабжении Центральной Азии создают дополнительный уровень уязвимости для и без того напряжённых глобальных продовольственных систем.

В настоящее время предпринимаются меры по решению растущих проблем региона в области водных ресурсов. Казахстан, крупнейшее государство Центральной Азии, модернизировал часть своей системы управления водными ресурсами, инвестировал в более эффективные ирригационные технологии и расширил мощности в области возобновляемой энергетики, чтобы снизить зависимость от водоемких тепловых электростанций. Правительство также делает сотрудничество в области водных ресурсов региональным приоритетом, признавая, что конфликты из-за воды в бассейнах выше и ниже по течению не могут быть урегулированы односторонними усилиями.

Это было подчеркнуто в недавнем выступлении президента Казахстана Касым-Жомарта Токаева, который отметил частичное восстано-

ние Северного Арала и подчеркнул, что прогресс страны в долгосрочной перспективе зависит от сотрудничества с соседними государствами, расположенными выше по течению, поскольку большинство крупных рек берёт начало за пределами Казахстана. Президент акцентировал внимание на «умелой водной дипломатии», указав, что Астана заключила соглашения об использовании водных ресурсов со всеми странами Центральной Азии, и подчеркнул, что долгосрочные решения для общих бассейнов требуют регионального консенсуса.

Токаев также вновь предложил создать Международную водную организацию под эгидой ООН для системного решения проблем водного стресса, вызванного изменением климата, и предотвращения более широкой региональной нестабильности. Для регионов, испытывающих водный стресс, таких как Центральная Азия, такая организация могла бы укрепить водную безопасность как ключевой элемент международной стабильности.

Странам Центральной Азии необходимо также улучшить прогнозирование наводнений и засух, моделирование климата и картирование рисков, чтобы повысить точность гидрологических прогнозов и выявить наиболее уязвимые районы. Более надёжные системы сбора данных и раннего предупреждения позволят принимать упреждающие меры, сокращая человеческие и экономические потери.

Преимущества очевидны. Исследования показывают, что инвестиции в системы раннего предупреждения на сумму 800 млн долларов США могут предотвратить ежегодные убытки, связанные с изменением климата в развивающихся странах, на сумму от 3 до 16 млрд долларов. Даже всего 24-часовое предупреждение способно сократить ущерб на 30%.

Казахстан обладает всеми возможностями для того, чтобы возглавить такие усилия. В апреле в Астане пройдет Региональный экологический саммит, на котором соберутся правительства стран Центральной Азии и международные партнёры, чтобы сместить внимание с разрозненных мер реагирования на согласованные действия по общим климатическим и экологическим рискам. Саммит также создаёт платформу для конструктивного взаимодействия со странами-соседями, включая Китай.

Центральная Азия могла бы воспользоваться значительным опытом Китая в области трансграничного управления водными ресурсами и адаптации к изменению климата. В этом контексте расширение сотрудничества между Китаем и странами региона – включая обмен данными, совместный мониторинг ледников и скоординированное планирование мер на случай засухи – способствовало бы укреплению региональной стабильности, особенно вдоль западной границы Китая.

Китайские инвестиции также могут помочь смягчить последствия растущей уязвимости местного населения. Поскольку гидрологическая не-

стабильность угрожает активам инициативы «Пояс и путь», целевые инвестиции в водосберегающее сельское хозяйство, современные ирригационные системы и климатоустойчивую инфраструктуру позволят стабилизировать местную экономику и одновременно защитить долгосрочные инвестиции. Для Пекина такое сотрудничество поддерживает стабильность на границе и обеспечивает надёжность ключевых экономических коридоров.

Между тем, опыт ЕС в области регулирования, финансирования мероприятий по борьбе с изменением климата и мониторинга окружающей среды может поддержать адаптационные усилия на региональном уровне. Это включает расширение потоков финансирования климатических инициатив, спутниковый мониторинг рек и ледников, а также содействие модернизации водохозяйственной инфраструктуры. Эти меры соответствуют более широкой повестке ЕС в области климата и транспортного сообщения, включая инициативу Global Gateway по воде, энергетике и климату стоимостью 700 млн евро (около 829 млн долларов США) и дорожную карту ЕС–Центральная Азия.

В условиях, когда глобальные кризисы конкурируют за внимание, чрезвычайная ситуация с водой в Центральной Азии рискует остаться незамеченной. Однако дефицит воды влияет на торговые потоки между Азией и Европой, сказывается на мировых продовольственных рынках и усиливает геополитическую нестабильность в Евразии.

Для Пекина и Брюсселя поддержка усилий Центральной Азии по решению проблемы дефицита водных ресурсов является проявлением стратегической дальновидности. Более устойчивая Центральная Азия может укрепить транснациональные экономические коридоры и снизить риск распространения кризисов за пределы региона. Сотрудничество в настоящий момент предлагает прагматичный и своевременный путь к достижению этой цели.

## **«New Lines Institute»: Нехватка воды становится ключевой угрозой экономическому развитию Центральной Азии<sup>12</sup>**

Азии за последние 40 лет сократилась более чем в три раза – с 8400 до 2500 м<sup>3</sup> в год. Это делает дефицит воды одной из основных угроз экономическому развитию региона, предупреждают эксперты международного аналитического центра New Lines Institute.

В докладе, опубликованном в феврале 2026 г., аналитический центр подчеркивает: «Нехватка воды становится одной из основных угроз экономическому развитию и стабильности Центральной Азии».

Авторы доклада отмечают, что ни одна страна региона не способна эффективно справиться с нарастающим кризисом в одиночку, и призывают к созданию комплексного регионального механизма управления водными ресурсами.

Согласно докладу, водные ресурсы Центральной Азии стремительно сокращаются вследствие изменения климата и ускоренного таяния ледников в горах Тянь-Шань и Памир. Ситуацию усугубляет изношенность и низкая эффективность ирригационных систем: по оценкам экспертов, потери воды достигают 40%. При этом около 80% водных ресурсов по-прежнему используется в сельском хозяйстве, что делает аграрный сектор и продовольственную безопасность региона особенно уязвимыми.

### **Насущные проблемы водных ресурсов**

Отдельный раздел доклада посвящен усиливающемуся давлению на водные ресурсы региона. Численность населения продолжает расти, а правительства реализуют программы модернизации экономики, нередко ориентированные на водоемкие отрасли – промышленное производство, энергетику, горнодобывающий сектор и цифровые технологии. Авторы предупреждают, что без комплексного и долгосрочного планирования такие амбициозные планы могут усугубить дефицит воды и повысить экономические риски. Одной из ключевых проблем эксперты называют трансграничный характер водных ресурсов. Главные реки региона – Амударья и Сыр-

---

<sup>12</sup> Источник: New Lines Institute: "Water shortage becomes a key threat to economic development in Central Asia" / <https://www.asiaplustj.info/en/news/tajikistan/economic/20260206/new-lines-institute-water-shortage-becomes-a-key-threat-to-economic-development-in-central-asia> Опубликовано 6.02.2026

даря – протекают по территориям нескольких государств. Напряженность в отношениях между странами верхнего и нижнего течения уже становилась причиной конфликтов. В докладе подчеркивается, что при отсутствии согласованных и обязательных для всех правил управления водными ресурсами эти риски будут только возрастать.

### **«Человеческое измерение» кризиса**

Авторы доклада обращают особое внимание на «человеческое измерение» водного кризиса. В таких странах, как Таджикистан и Кыргызстан, значительная часть сельского населения сталкивается с ограниченным доступом к безопасной питьевой воде. В Таджикистане менее трети сельских домохозяйств имеют надежный доступ к безопасной воде, а в Кыргызстане почти половина сельских населенных пунктов остается без стабильного водоснабжения.

В докладе также выделяется новый фактор риска – Афганистан. Эксперты призывают международных партнеров поддержать усилия государств Центральной Азии по вовлечению Афганистана в единый механизм управления водными ресурсами с целью снижения неопределенности вокруг использования трансграничных рек.

### **Рекомендации по региональному подходу**

Ключевая рекомендация авторов заключается в переходе от фрагментарных мер к формированию региональной «архитектуры» управления водными ресурсами. В частности, предлагается разработать новое комплексное соглашение по водно-энергетическим ресурсам и создать единый региональный орган, отвечающий за реализацию договоренностей и достижение установленных целевых показателей. В докладе также рекомендуется повысить эффективность управления путем консолидации существующих институтов в единую интегрированную организацию с постоянным секретариатом и четко прописанными процедурами принятия решений.

Авторы подчеркивают, что прежние механизмы не обладали действенными инструментами обеспечения соблюдения договоренностей, поэтому новая модель должна предусматривать механизмы мониторинга и санкции за их нарушение.

В заключительной части доклада отмечается особая роль внешних партнеров. Эксперты призывают международное сообщество оказать стра-

нам Центральной Азии практическую поддержку – в форме инвестиций, передачи технологий и экспертного сопровождения – для модернизации ирригационной инфраструктуры и совершенствования управления водными ресурсами, поскольку государства региона не располагают достаточными ресурсами для проведения быстрых и масштабных реформ.

## Итог

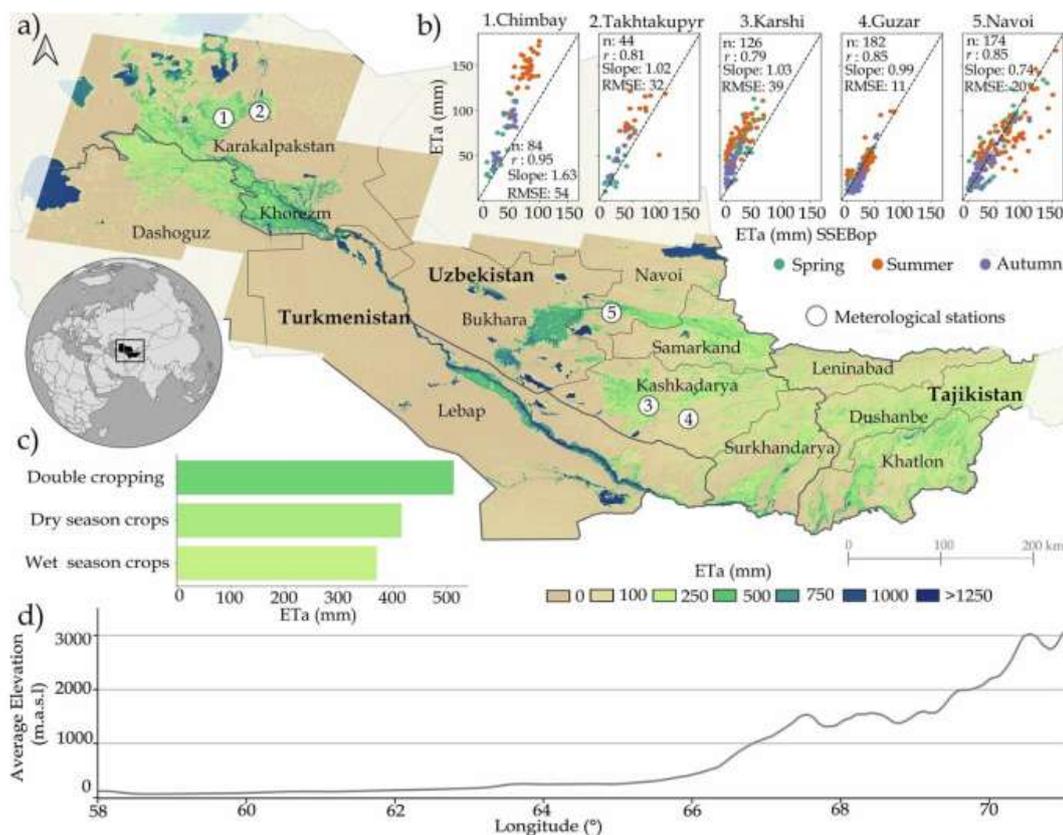
В заключение *New Lines Institute* подчеркивает: «Проблема нехватки воды в Центральной Азии не может быть решена каждой страной по отдельности – необходимы единые правила, согласованная система управления и поддержка реформ. В противном случае риски для экономики, социальной стабильности и региональной безопасности будут лишь возрастать».

## Водный кризис в Центральной Азии в цифрах

- **80 %** водных ресурсов региона используется в сельском хозяйстве.
- До **40 %** воды теряется из-за устаревших систем орошения.
- При повышении температуры на **4 °C** может исчезнуть до **80 %** ледников.
- **8 400 → 2 500 м<sup>3</sup>** – сокращение водообеспеченности на душу населения за последние 40 лет.
- **1 700 м<sup>3</sup>** – порог хронического дефицита воды (прогноз к 2030 г.).
- **92 %** – потеря объема воды в Аральское море.
- **8–20 %** – возможное сокращение стока Амударья из-за строительства канала Коштепа.
- До **5 млн человек** – потенциальный риск климатически обусловленной миграции в регионе в течение следующих 25 лет.

## Рост потребления воды в сельском хозяйстве Центральной Азии под влиянием изменения климата<sup>13</sup>

Несмотря на то, что фермеры переходят на менее водоемкие культуры, изменение климата, по мнению исследователей, приводит к росту потребления воды в сельском хозяйстве Центральной Азии. Новое исследование, проведённое учёными из ИАМО, показывает, что повышение температуры и спрос на дождевую воду в настоящее время становятся более значимыми факторами, чем изменения в землепользовании. В результате давление на и без того скудные водные ресурсы растёт в одном из самых засушливых регионов мира. Результаты исследования были опубликованы в журнале *Communications Earth & Environment*.



*Фактическая эвапотранспирация в бассейне Амударьи*  
 Источник: *Communications Earth & Environment* (2026)

<sup>13</sup> Источник: Climate change is driving rising agricultural water use in Central Asia / <https://phys.org/news/2026-02-climate-agricultural-central-asia.html> Опубликовано 12.02.2026

Учёные отмечают, что изменение климата оказывает более сильное воздействие на водный баланс Центральной Азии в сельском хозяйстве, чем изменение структуры посевных культур. Несмотря на переход к менее водоемким культурам, оно привело к существенному увеличению потребления воды сельскохозяйственными культурами в регионе.

В исследовании, посвящённом бассейну Амударьи, самой важной речной системе региона, анализировались спутниковые оценки фактической эвапотранспирации за период с 1987 по 2019 гг. Результаты показали, что общее потребление воды для выращивания сельскохозяйственных культур за этот период увеличилось на 10 %, а среднее потребление воды на гектар выросло на 18 %. Основной причиной этого, как подчёркивают исследователи, является изменение климата.

По их оценкам, только повышение температуры и увеличение спроса на дождевую воду привело бы к росту потребления воды на 21 % на гектар, тогда как изменения в методах ведения сельского хозяйства, прежде всего переход от водоемких летних культур, таких как хлопок, к озимой пшенице, компенсировали лишь около 3 % этого увеличения.

По словам Даниэлы Пенья-Герреро, ведущего автора исследования и научного сотрудника ИАМО, результаты подчеркивают, что адаптация в сельском хозяйстве имеет свои пределы. Даже существенные сдвиги в сторону менее водоемких культур, по её мнению, не могут идти в ногу с ускоряющимися последствиями изменения климата.

Учёные отмечают, что особенно уязвимы низовья бассейна Амударьи, где водоемкие культуры по-прежнему широко распространены, ирригационная инфраструктура стареет, а дефицит воды уже достиг критического уровня. Эти условия, как подчеркивают исследователи, усиливают последствия повышения температуры и роста спроса на дождевую воду.

По их мнению, результаты имеют глобальное значение. В орошаемых засушливых регионах повышение эффективности использования водных ресурсов является решающим фактором, но, как отмечают учёные, повышение эффективности и переход на другие культуры не могут самостоятельно компенсировать последствия изменения климата. Без решительного сокращения выбросов парниковых газов дефицит воды будет продолжать усугубляться, что, по их оценке, увеличивает риски для производства продовольствия, жизнедеятельности сельского населения и региональной стабильности.

Используя интерактивную карту StoryMap, читатели, как отмечают исследователи, могут изучить пространственные закономерности и долго-

срочные тенденции использования воды в сельском хозяйстве в бассейне Амударьи.

## **Скрытые расходы на водоснабжение в Европе и Центральной Азии<sup>14</sup>**

Безопасная доставка воды требует значительного количества энергии. В формирующихся рынках и развивающихся экономиках Европы и Центральной Азии объём энергопотребления при предоставлении услуг водоснабжения особенно высок. В среднем страны тратят около 10% своих счетов за электроэнергию на использование воды, что более чем в пять раз превышает долю расходов в странах с развитой экономикой. Фактически, общее энергопотребление, связанное с водными ресурсами в регионе, ежегодно примерно равно общему энергопотреблению Греции.

Это делает предоставление услуг водоснабжения одним из основных источников финансового давления и уязвимым для проблем энергетической безопасности. Для обеспечения устойчивости услуг потребуются инвестиции в повышение операционной эффективности и стимулы для лиц, принимающих решения в этом секторе, к внедрению более энергоэффективных подходов.

В новом отчёте «Снижение энергопотребления в сфере водоснабжения в Европе и Центральной Азии» рассматривается проблема управления энергопотреблением в водном секторе региона. Хорошая новость заключается в том, что повышение энергоэффективности услуг водоснабжения может принести тройную стратегическую выгоду:

- Укрепление финансов коммунальных предприятий (и государственных финансов).
- Повышение надежности услуг водоснабжения.
- Укрепление энергетической безопасности.

---

<sup>14</sup> Источник: Amjad Muhammad Khan, Manuel Berlingiero. The hidden cost of water in Europe and Central Asia / <https://blogs.worldbank.org/en/water/the-hidden-cost-of-water-in-europe-and-central-asia> Опубликовано 9.02.2026

## **Почему использование воды в Европе и Центральной Азии требует больших затрат энергии?**

Основная проблема региона – унаследованная неэффективность. Водохозяйственная инфраструктура устарела, перегружена и основана на устаревших технологиях. Задержки с техническим обслуживанием усугубляют ситуацию. Кроме того, значительная часть воды, подаваемой в трубы и каналы, теряется из-за утечек. В большинстве стран Европы и Центральной Азии потери составляют 30–60 %, что значительно превышает показатели Западной Европы, где они обычно находятся на уровне 8–25 %. Эти утечки обходятся дорого, особенно при больших объёмах воды.

Структурные барьеры усугубляют техническую неэффективность. Искусственно заниженные тарифы на воду и энергию ослабляют стимулы к повышению энергоэффективности и ограничивают возможности поставщиков услуг по обслуживанию активов или инвестированию в модернизацию. В результате формируется самоподдерживающийся цикл: ненадлежащее обслуживание приводит к росту энергозатрат, что подрывает финансовые возможности, ещё больше задерживая техническое обслуживание и модернизацию.

## **Выработка стратегии устойчивого использования энергии в водном хозяйстве**

В отчёте представлен перечень практических вариантов управления энергопотреблением, основанный на десятилетнем опыте работы Всемирного банка в водном секторе. Среди таких мер:

- Сокращение потерь воды.
- Внедрение современных технологий перекачки воды.
- Совершенствование методов управления и цифровизация.

Оптимизация эксплуатации позволяет снизить энергозатраты и одновременно повысить надёжность обслуживания.

Восстановление ресурсов и использование возобновляемых источников энергии открывают дополнительные возможности. Солнечные навесы над оросительными каналами могут генерировать чистую электроэнергию и одновременно снижать потери воды от испарения. Станции очистки сточных вод способны улавливать биогаз для когенерации, что позволяет коммунальным предприятиям стать энергетически самодостаточными.

Однако отдельные технические решения не обеспечат долгосрочных результатов без реформ в области политики и ценообразования. Переход к тарифам, отражающим реальные затраты, в сочетании с хорошо продуманными мерами социальной защиты, обеспечивающими равный доступ к воде, стимулирует энергосбережение и финансирует необходимое техническое обслуживание и инвестиции. Введение обязательных энергетических аудитов и установление контрольных показателей эффективности может мотивировать коммунальные предприятия повышать энергоэффективность и способствовать постоянному совершенствованию сектора.

### **Использование возможностей управления энергопотреблением**

Наши проекты в водном секторе региона продвигают энергетический менеджмент как ключевой приоритет.

Например, финансируемая Всемирным банком модернизация ирригационной системы в Южно-Каракалпакском регионе Узбекистана позволила сократить потребление энергии на 60 млн кВт·ч, что соответствует годовому потреблению энергии около 500 000 узбекских домохозяйств.

Проект позволил снизить расходы на электроэнергию на 80 % за счёт перехода на системы с самотёком и минимизации потерь воды в каналах. Поскольку Министерство сельского хозяйства и водных ресурсов тратит половину своего бюджета на энергоснабжение насосных станций, эта экономия уменьшает зависимость от неэффективных субсидий и обеспечивает важное облегчение для государственного бюджета и налогоплательщиков.

Поддержка Всемирного банка в модернизации сектора водоснабжения и санитарии Албании позволяет сократить энергопотребление крупнейших водоснабжающих предприятий страны на 20 млн кВт·ч/год за счёт модернизации насосов, сокращения утечек и установки солнечных батарей. Это помогает избежать высоких счетов за электроэнергию, которые угрожают финансовой жизнеспособности коммунальных предприятий, предотвращая спираль снижения производительности и несоответствия стандартам обслуживания. Кроме того, это снижает риск задолженности по налогам и счетам за электроэнергию, что положительно сказывается на государственных органах, отвечающих за сбор налогов и обеспечение энергетической безопасности.

Финансирование Всемирным банком восстановления и повторного использования ресурсов на предприятии водоснабжения и водоотведения в Конье (Турция) позволяет производить электроэнергию за счёт улавливания биогаза. Одновременно проекты сокращают выбросы парниковых га-

зов и помогают решать проблему нехватки воды в этом плодородном регионе, обеспечивая климатически безопасное будущее.

Потенциальная экономия энергии значительна. В Таджикистане, где насосы для орошения потребляют около 20 % национального объёма электроэнергии, энергетические аудиты, финансируемые Всемирным банком, выявили возможность экономии 600 млн кВт·ч/год, что эквивалентно более 10 млн долл. США за счёт модернизации обширного парка насосных станций, обслуживающих крупномасштабные ирригационные системы страны.

Важно отметить, что при поддержке Глобального партнерства по обеспечению безопасности водоснабжения и санитарии (GWSP) проекты по совершенствованию управления водными ресурсами с помощью знаний, данных и инструментов реализации одновременно инвестируют в улучшение политики, институтов и нормативных актов, регулирующих водный сектор. Это обеспечивает долгосрочные и устойчивые результаты.

### **Почему это важно – помимо киловатт-часов**

Для Европы и Центральной Азии энергоэффективность имеет жизненно важное значение для устойчивого управления водными ресурсами.

- Для коммунальных предприятий она снижает эксплуатационные расходы, уменьшает зависимость от субсидий и создаёт больше возможностей для инвестиций в качество услуг.
- Для правительств она снижает нагрузку на бюджет, повышает энергетическую безопасность и способствует выполнению обязательств по климату.
- Для водопользователей она обеспечивает более надёжные и устойчивые услуги водоснабжения.

## Жаждающий дракон: что движет крупнейшим гидроэнергетическим проектом Китая – Медог<sup>15</sup>

19 июля 2025 г. самый амбициозный гидроэнергетический проект Китая на сегодняшний день официально перешёл в стадию строительства: премьер Госсовета КНР Ли Цян провёл церемонию закладки фундамента в г. Ньинчи в Тибетском автономном районе (ТАР). Расположенный в нижнем течении реки Ярлунг Цанпо, известной ниже по течению как Брахмапутра, проект знаменует собой решающий шаг в долгосрочных усилиях Пекина по освоению огромного гидроэнергетического потенциала Тибета и достижению более широких экономических, технологических и стратегических целей.

Комплекс, известный как гидроэлектростанция Медог (Мотуо), включает пять каскадных плотин, возводимых вдоль крутого гималайского ущелья в месте резкого изгиба реки, называемого «Великим изгибом». Проектная установленная мощность составляет около 60 ГВт, а годовая выработка электроэнергии – до 300 млрд кВт/ч. Ожидается, что Медог будет обеспечивать электроэнергией более 300 млн человек. Её мощность примерно соответствует годовому потреблению электроэнергии Великобритании и в три раза превышает мощность плотины «Три ущелья». Стоимость проекта оценивается в 1,2 трлн юаней (около 170 млрд долл.), что превышает стоимость плотины «Три ущелья» и делает его крупнейшим и самым дорогостоящим гидроэнергетическим проектом из когда-либо реализованных.

В основе проекта *Медог* лежат четыре взаимосвязанные задачи: обеспечение стабильной низкоуглеродной базовой нагрузки в условиях растущей энергетической нестабильности; ускорение стратегической интеграции и экономического развития Тибета как приграничного региона; обеспечение надёжного электроснабжения быстро растущих секторов цифровых технологий и передовых производств Китая; использование крупномасштабной инфраструктуры для укрепления геополитических и территориальных позиций Китая вдоль спорной границы в Гималаях.

В совокупности эти факторы объясняют не только масштаб проекта, но и его сроки, местоположение и политическое значение. Проект является частью более широкой стратегии Пекина по использованию гидроэнергетического потенциала Тибета при одновременном продвижении экономи-

---

<sup>15</sup> Источник: The Thirsty Dragon: What's Driving China's Mega Medog Hydropower Project? / <https://waterpolitics.com/the-thirsty-dragon-whats-driving-chinas-mega-medog-hydropower-project/>  
Опубликовано 7.02.2026

ческих, технологических и геополитических амбиций. Официально одобренный 25 декабря 2024 г. после десятилетий обсуждений и включения в 14-й пятилетний план (2021–2025 гг.) и целевые ориентиры до 2035 г., проект отражает стратегическое намерение Китая увязать энергетическую безопасность, развитие приграничных территорий и территориальную консолидацию в регионе Гималаев.

### **Подробная информация о проекте и месте его реализации**

Река Ярлунг Цангпо берёт начало на Тибетском нагорье и течёт на восток через Тибет, затем поворачивает на юг и входит в Индию под названием Сианг. Ниже по течению она становится Брахмапутрой в Ассаме и Джамуной в Бангладеш, прежде чем впасть в Бенгальский залив.

На всём протяжении своего трансграничного течения река обеспечивает жизнедеятельность примерно 130 млн человек. Она даёт почти треть пресной воды Индии и около 40 % её гидроэнергетического потенциала. В Бангладеш река покрывает около 55 % потребностей в орошении и поддерживает рыбное хозяйство, обеспечивающее средства к существованию примерно 2 млн человек.

Для Индии эта река имеет ключевое значение как для водоснабжения, так и для энергетической безопасности. Для Китая, хотя на национальном уровне её роль более ограничена, она остаётся жизненно важной для сельскохозяйственного производства и развития энергетики Тибета. Эти асимметрии помогают объяснить, почему развитие гидроэнергетики на Ярлунг Цангпо по-разному воспринимается в Пекине и Дели.

Местоположение проекта усиливает как его гидрологическое, так и стратегическое значение. Объект расположен в нижнем течении Ярлунг Цангпо, в уезде Медог (Тибет), всего в 30 км от спорной границы с Индией и вблизи «Большого изгиба» реки – впечатляющего U-образного поворота вокруг пика Намча-Барва. В этом месте река, обычно текущая на восток через Тибетское нагорье, резко поворачивает на юг, снижаясь почти на 2000 м на протяжении 50 км и проходя через глубоко врезанные каньоны в направлении индийского штата Аруначал-Прадеш.

Медог – последний округ перед линией фактического контроля (ЛАС), разделяющей Китай и Индию. Эта отдалённая и гористая территория создаёт исключительные условия для выработки гидроэлектроэнергии. По оценкам, технически реализуемая мощность здесь составляет почти 70 млн кВт, что делает район одним из наиболее энергоёмких гидроэнергетических узлов в мире.

## Стратегическая инфраструктура на гималайской границе

Помимо своего инженерного масштаба, гидроэнергетический проект *Медог* отражает долгосрочную политику Пекина по управлению приграничными регионами через их интеграцию на основе инфраструктурного развития. Расположенный в одном из наиболее отдалённых и политически чувствительных приграничных районов Китая, комплекс плотин выступает не только источником энергии, но и инструментом укрепления государственного присутствия, расширения экономической активности и усиления административного контроля в Тибете.

Крупномасштабная инфраструктура давно занимает центральное место в стратегии Китая в отношении приграничных территорий – от железных дорог и автомагистралей до трубопроводов и линий электропередачи. В этом контексте *Медог* следует рассматривать как часть более широкой программы по углублённой интеграции Тибета в общенациональные экономические и логистические сети. Ориентируя местное развитие на гидроэнергетику, Пекин стремится сформировать устойчивые источники дохода, создать рабочие места и развить промышленные связи, что позволит снизить зависимость региона от субсидий центрального правительства и одновременно укрепить его политическую интеграцию.

Близость проекта к спорной китайско-индийской границе дополнительно усиливает его стратегическую значимость. Хотя китайские официальные лица позиционируют *Медог* прежде всего как гражданский энергетический проект, его расположение на стыке энергетической инфраструктуры и территориально чувствительной зоны подчёркивает, что развитие инфраструктуры в Гималаях приобретает всё более выраженное геополитическое измерение.

### **Внутренние факторы: энергетическая незащищённость и нестабильность энергосистемы**

Стремление Китая к строительству гидроэлектростанции на реке Ярлунг Цангпо отражает пересечение экономических, энергетических и технологических приоритетов. Помимо стимулирования замедляющейся национальной экономики и содействия социально-экономическому развитию Тибета, Пекин рассматривает крупномасштабную гидроэнергетику как часть «зелёного скачка вперёд», необходимого для перехода страны к низкоуглеродной модели развития и обеспечения долгосрочного роста.

Продвижение проекта на Ярлунг Цангпо также обусловлено растущей обеспокоенностью по поводу энергетической безопасности и устой-

чивости энергосистемы. Хотя Китай обладает крупнейшим в мире гидроэнергетическим потенциалом – около 676 млн кВт, – значительная его часть остаётся неосвоенной. На Тибет приходится более 200 ГВт потенциальной гидроэнергии, или примерно 30 % общенационального объёма. При этом установленная мощность региона составляет лишь около 1 % его технически осваиваемого потенциала.

На долю Ярлунг Цангпо приходится почти 70 % гидроэнергетических ресурсов Тибета, причём только нижнее течение реки способно обеспечивать порядка 60–80 ГВт благодаря значительному стоку и экстремальным уклонам. Как отметил один китайский эксперт в сфере энергетики, «день завершения освоения Ярлунг Цангпо станет днём полного освоения гидроэнергетических ресурсов Китая».

Значимость этих ресурсов возрастает по мере выполнения Пекином климатических обязательств. Крупная гидроэнергетика является ключевым элементом перехода Китая к низкоуглеродной экономике и важной частью более широкой программы развития возобновляемых источников энергии, способствуя достижению пика выбросов углерода к 2030 г. и углеродной нейтральности к 2060 г. В краткосрочной перспективе она также помогает реализовать цели по снижению углеродной интенсивности на 18 % и энергоёмкости на 13,5 % к 2025 г.

Проблемы энергетической безопасности дополнительно ускорили развитие гидроэнергетики. Дефицит электроэнергии и периодические отключения в 2020–2021 гг. продемонстрировали уязвимость системы, обусловленную чрезмерной зависимостью от переменных возобновляемых источников энергии. В ответ Пекин реализовал двойную стратегию: одобрил строительство новых угольных электростанций для стабилизации национальной энергосети и ускорил запуск крупных гидроэнергетических проектов, способных обеспечивать надёжную базовую нагрузку.

Хотя уголь по-прежнему формирует чуть более половины энергопотребления Китая, такие проекты, как *Medog*, рассматриваются как необходимые для поддержания устойчивости энергосистемы без подрыва целей по декарбонизации.

### **Поддержка масштабной цифровой и промышленной трансформации Китая**

Технологические амбиции Китая придают проекту *Medog* дополнительную значимость. Стремительное развитие искусственного интеллекта, облачных вычислений и передовых производственных технологий привело к резкому росту спроса на стабильное и бесперебойное электроснабжение.

По прогнозам, к 2025 г. одна лишь вычислительная инфраструктура Китая будет потреблять около 360 млрд кВт/ч в год, а базовые станции 5G добавят ещё примерно 140 млрд кВт/ч.

Этот растущий спрос формируется на фоне ужесточения квот на потребление электроэнергии и периодических перебоев в её поставках, особенно в восточных и прибрежных провинциях, где сосредоточены центры обработки данных и высокотехнологичные предприятия. В таких условиях гидроэнергетика обеспечивает редкое сочетание масштабности, надёжности и низкоуглеродного профиля. Электроэнергия, вырабатываемая в *Medog*, оптимально подходит для энергоёмких направлений – таких как крупномасштабное обучение систем искусственного интеллекта, облачные сервисы и высокоточное производство, – которые Пекин всё чаще рассматривает как стратегически важные в условиях усиливающейся технологической конкуренции между Китаем и США.

Проект *Medog* также вписывается в национальную инициативу «Восточные данные – западные вычисления», официально запущенную в 2022 г. Программа предусматривает перенос центров обработки данных в западные регионы, обладающие богатыми возобновляемыми ресурсами и более прохладным климатом. Это позволяет снизить нагрузку на энергосистемы восточных провинций и содействует формированию более экологичной вычислительной инфраструктуры. В этом контексте гидроэнергетические ресурсы Тибета, ранее считавшиеся географически удалёнными, приобретают центральное значение в национальной архитектуре цифровых вычислений Китая.

### **Передача электроэнергии с запада на восток и экономическая роль Тибета**

Новый гидроэнергетический проект *Medog* тесно связан с долгосрочной стратегией Китая по передаче электроэнергии с запада на восток, предусматривающей транспортировку энергии из ресурсно обеспеченных западных провинций в энергоёмкие восточные регионы. Интеграция Тибета в общенациональную энергосистему началась с ввода в эксплуатацию ГЭС *Zangmu* в 2015 г. К 2024 г. Тибет экспортировал около 1,791 млрд кВт/ч электроэнергии в год в другие регионы страны по линиям сверхвысокого напряжения.

После ввода в эксплуатацию (ориентировочно в 2033 г.) ГЭС *Medog*, по прогнозам, будет приносить Тибетскому автономному району около 20 млрд юаней (примерно 2,7 млрд долл.) ежегодных бюджетных доходов. Основной объём электроэнергии планируется передавать в восточные про-

винции Китая, включая крупные промышленные центры района Большого залива Гуандун-Гонконг-Макао, что позволит удовлетворить высокий спрос на энергию в этих регионах.

В долгосрочной перспективе существует потенциал использования тибетской гидроэнергии, включая мощности Медога, для экспорта в энергоёмкие регионы Юго-Восточной Азии через расширение региональных межсетевых соединений. Китай уже занимает заметные позиции в энергетическом секторе региона, в том числе благодаря инвестициям в гидроэнергетические проекты в Лаосе и Мьянме, где значительная часть произведённой электроэнергии поставляется в соседние страны, такие как Таиланд и Вьетнам. Хотя сам проект Medog не предусматривает прямого экспорта в Юго-Восточную Азию, он способен дополнительно укрепить роль Китая как крупного поставщика чистой энергии в регионе и усилить взаимозависимость в сфере трансграничной торговли электроэнергией.

Собственные планы развития Тибетского автономного района отражают данную стратегическую согласованность. В последних региональных пятилетних планах гидроэнергетика и формирование баз чистой энергии обозначены как ключевые отрасли, развиваемые при поддержке партнёрств с крупными государственными компаниями – China Huaneng Group, PowerChina и China Three Gorges Corporation. Местные власти всё чаще рассматривают гидроэнергетику как основной драйвер экономического роста и инструмент сокращения социально-экономического разрыва между Тибетом и остальной частью Китая.

Гидроэнергетический проект Медог наглядно демонстрирует, как энергетическая безопасность, интеграция приграничных территорий, технологические амбиции и геополитические расчёты всё теснее переплетаются в инфраструктурной стратегии Китая. Хотя внутри страны проект позиционируется как краеугольный элемент низкоуглеродного развития и регионального экономического роста, его масштаб и географическое расположение означают, что последствия его реализации выйдут далеко за пределы Китая, особенно для государств, расположенных ниже по течению Брахмапутры.

Таким образом, подход Пекина к обеспечению прозрачности, обмену гидрологическими данными и вовлечению региональных партнёров в реализацию проекта Медог будет определять не только энергетическое будущее Тибета, но и перспективы стабильности и сотрудничества в более широком гималайском регионе.

## Европа

### **В Евросоюзе собрались ужесточить водные правила<sup>16</sup>**

Шаги по обновлению списка загрязняющих веществ, влияющих на поверхностные и подземные воды, официально предпринял Евросовет, 18 февраля сообщает сетевое издание Agriland.

Список пополнился новыми пестицидами, фармацевтическими препаратами, бисфенолами (широко используемыми в производстве пластмасс) и химическими веществами ПФАС (которые часто называют «вечными химикатами»).

Согласно данным планов управления речными бассейнами, являющихся ключевым инструментом Водной рамочной директивы ЕС, 46% поверхностных вод и 24% подземных вод в ЕС не соответствуют существующим стандартам качества окружающей среды, при этом наблюдаются значительные различия между государствами блока.

Новая директива призвана решить эти проблемы путем улучшения защиты от новых загрязняющих веществ и химических смесей. Кроме того, документ вносит изменения в рамочную директиву по водным ресурсам, директиву о подземных водах и директиву о стандартах качества окружающей среды. Инициаторы заявили, что приводят водную политику ЕС в соответствие с последними научными данными.

Мария Панайоту, министр сельского хозяйства, развития сельских районов и окружающей среды Кипра (который председательствует в ЕС до 30 июня 2026 года), заявила: «Вода является первостепенным приоритетом кипрского председательства, и защита ее качества так же важна, как и обеспечение ее количества».

И добавила: «Устанавливая более строгие стандарты качества для наших рек, озер и грунтовых вод, мы не только защищаем устойчивость наших экосистем, но и обеспечиваем доступ к чистой питьевой воде и оберегаем здоровье граждан ЕС сегодня и для будущих поколений».

Страны ЕС, согласно новой директиве, будут обязаны отчитываться об улучшении качества воды. Они должны предоставлять отчеты о биоло-

---

<sup>16</sup> Источник: <https://rossaprimavera.ru/news/76f14d79> Опубликовано 19.02.2026

гическом качестве, химическом качестве, а также об общем состоянии водных объектов.

Ожидается, что Европарламент проведет окончательное голосование по директиве к концу марта. Страны ЕС должны будут соответствовать новым стандартам как для поверхностных, так и для подземных вод к 2039 году.

## Технологии

### **Российские биотехнологи испытали методы очистки подземной воды от вредных загрязнителей с помощью микроорганизмов<sup>17</sup>**

Подземные воды – один из главных источников питьевой воды для человека. Ученые из ФИЦ Биотехнологии РАН испытали в лабораторных условиях несколько стратегий очистки холодных подземных вод одновременно от нитратов и аммония с помощью микроорганизмов. Также они предложили варианты самодостаточных микробных сообществ, которые могли бы не только выполнять эту задачу, но и долго существовать самостоятельно. Результаты исследования, поддержанного грантом Российского научного фонда (РНФ) 21-64-00019-П, опубликованы на страницах научного журнала *Science of the Total Environment*.

Вода с высоким содержанием нитратов и аммония опасна для здоровья: в организме человека нитраты преобразуются в нитриты, которые нарушают работу гемоглобина, отвечающего за транспорт кислорода в крови, а аммоний вызывает нарушение кислотно-щелочного баланса, репродуктивной и нервной системы. Кроме того, употребление такой воды повышает риск онкологических заболеваний. Поэтому очистка подземных вод от азота важна не только с экологической, но и с медицинской точки зрения. Один из вариантов решения этой проблемы – биоремедиация, которая позволяет переработать токсичные загрязнители или снизить их концентрацию при помощи микроорганизмов. Исследователи ФИЦ Биотехнологии РАН совместно с коллегами из других российских институтов и вузов сравнили несколько стратегий и выбрали лучшие для очистки холодных подземных вод от нитратов и аммония.

«Мы проверили эффективность разных методов биоремедиации для очистки сильно загрязненных подземных вод с температурой 10 °С. Для этого мы использовали несколько микробных сообществ, которые принимают участие в восстановлении нитратов, а также в аэробном и анаэробном окислении аммония», – рассказал соавтор научной статьи Юрий Литти, заведующий лабораторией микробиологии антропогенных мест обитания ФИЦ Биотехнологии РАН.

---

<sup>17</sup> Источник: <https://scientificrussia.ru/articles/rossijskie-biotehnologi-ispytali-metody-ocistki-podzemnoj-vody-ot-vrednyh-zagraznitelej-s-pomosu-mikroorganizmov> Опубликовано 5.02.2026

Биологи сравнили, как микроорганизмы, участвующие в круговороте азота в природе, в разных сочетаниях справляются с очисткой холодной воды. В центре внимания оказались три ключевых процесса: нитрификация, или биологическое окисление аммиака до нитритов и нитратов, денитрификация, или восстановление нитратов до нитритов, а затем до молекулярных оксидов и газообразного азота, а также анаммокс – анаэробное (то есть без использования кислорода) окисление аммония. Кроме того, исследователи учитывали, какие экологические ниши они занимают, что требуется для их жизнедеятельности, а также представленность каких генов влияет на эффективность биоремедиации.

Испытания в биореакторах, имитирующих подземные условия, помогли выбрать лучшие подходы для очистки холодной воды в разных условиях. В случае, когда концентрация загрязняющих веществ была максимальной (7,1 грамма на литр для нитратов, 0,3 грамма на литр для аммония), самой успешной схемой оказалась частичная денитрификация, совмещенная с анаммокс. Для более низкой степени загрязнения (1 грамм на литр для нитратов, 0,17 грамма на литр – для аммония) лучше подошла схема, где за нитрификацией следовала денитрификация.

За нитрификацию отвечали микроорганизмы родов *Nitrospira* и *Nitrosomonas*, а за процессы денитрификации и анаммокс – *Tolomonas*, *Acidovorax*, *Pseudomonas*, *Nocardioides* и *Candidatus Kuenenia*. Эти микроорганизмы участвуют в круговороте азота и в природе, но биотехнологи смогли ускорить работу нативного подземного сообщества при помощи ее обогащения (биоаугментации) выращенным сообществом с доминированием рода *Candidatus Kuenenia*. При первом внесении загрязненной воды для ее полной очистки от соединений азота потребовалось 80-87 дней, а при повторном внесении это время удалось сократить уже до 51-52 дней.

«Мы подобрали таких участников сообщества микроорганизмов, которые не просто перерабатывали загрязняющие вещества, но и сформировали стабильную биопленку с равномерным распределением клеток. При помощи конфокальной лазерной сканирующей микроскопии мы убедились, что наше сообщество находится в устойчивом равновесии и может долго выполнять свои функции», – рассказал соавтор исследования Юрий Литти.

## Созданы «зеленые» фотокатализаторы для эффективной очистки воды<sup>18</sup>

Исследователи из России и Объединенных Арабских Эмиратов разработали новые высокоэффективные фотокатализаторы на базе соединений ниобия, лития и кислорода, способные очищать воду от красителей, пестицидов и прочих загрязнений с минимальным ущербом для окружающей среды. Об этом ТАСС сообщила пресс-служба МФТИ.

«Фотокатализ - это перспективная технология для очистки воды и воздуха, позволяющая использовать энергию солнечного света для разложения токсичных органических загрязнений. Но большинство современных фотокатализаторов работают только с ультрафиолетом, который составляет около 5% от всего солнечного спектра. Остальные 50% энергии, которые приходятся на видимый диапазон, пропадают впустую», - говорится в сообщении.

Физики сделали большой шаг к решению этой проблемы, экспериментируя с фотокатализаторами на базе оксида ниобия и его комбинаций с другими элементами. В теории эти материалы можно заставить поглощать и видимый свет, однако для этого нужно структурировать их таким образом, что это будет мешать рекомбинации - повторному соединению зарядов при взаимодействиях света и катализатора.

Исследователи обнаружили, что эту процедуру можно осуществить, если добавить в оксид ниобия небольшое количество лития, погрузить получившийся кристаллический материал под тонкий слой воды и облучить его при помощи очень коротких, но мощных вспышек лазерного излучения. Это приведет к образованию множества точечных дефектов, которые будут способствовать разделению зарядов при взаимодействиях катализатора с видимым светом.

«Дискретные дефекты в кристаллической решетке позволяют материалу поглощать видимый свет и эффективно разделяют заряды, продлевая их жизнь. Это позволяет носителям заряда добраться до поверхности наночастицы и преобразовать окружающие кислород и воду в активные формы кислорода: гидроксильные радикалы и супероксид-анионы. Именно они разрушают загрязнители и эффективно очищают воду», - пояснил старший научный сотрудник Центра фотоники и двумерных материалов МФТИ Илья Завидовский, чьи слова приводит пресс-служба вуза.

Проведенные учеными опыты показали, что созданный ими структурированный нанокатализатор разрушает молекулы красителей примерно в

---

<sup>18</sup> Источник: <https://tass.ru/nauka/26500879> Опубликовано 19.02.2026

2,3 раза быстрее, чем их уже существующие аналоги на базе аморфного оксида ниобия. Благодаря этому он очистил раствор на 90% всего через 150 минут обработки, что позволяет использовать подобные фотокатализаторы для очистки воды от широкого набора загрязнителей и ускорения других реакций, подытожили физики.

## **Учёные нашли способ очистки воды от микропластика с помощью магнитного угля<sup>19</sup>**

Специалисты Воронежского государственного университета инженерных технологий (ВГУИТ) предложили эффективный способ очистки воды от микропластика. Метод основан на применении сорбентов – частиц угля, обладающих магнитными свойствами, что позволяет легко собирать их после завершения очистки. Разработка ведётся под руководством доктора химических наук, профессора Павла Суханова, сообщает ТАСС.

Как пояснили в пресс-службе вуза, ключевая особенность технологии заключается в использовании углей, которые модифицируют так называемой обращённой фазой. Это улучшает их способность захватывать частицы пластика, которые всё чаще обнаруживаются в воде, почве и воздухе. Хотя точное влияние микропластика на организм человека ещё предстоит изучить, учёные сходятся во мнении, что контроль его содержания в окружающей среде необходим для оценки потенциальных рисков.

В ходе экспериментов воронежские исследователи сфокусировались на девяти наиболее распространённых видах пластика, используемых в быту и промышленности. Среди них – различные типы полиэтилена, поливинилхлорид, полистирол, поликарбонат, полиуретан и другие. Традиционные методы фильтрации и отстаивания часто не справляются с такими мелкими частицами, поэтому учёные делают ставку на сорбционные технологии.

Разработчики предложили два способа последующего отделения пластика от сорбента (десорбции): термический и с помощью центрифугирования. Оба метода, по словам кандидата химических наук, доцента кафедры промышленной экологии ВГУИТ Александра Губина, показали высокую эффективность.

---

<sup>19</sup> Источник: <https://ecoportal.su/news/view/132087.html> Опубликовано 19.02.2026

«Независимо от природы микропластика оба способа позволяют практически полностью десорбировать микрочастицы. В ходе выполнения экспериментальных работ оценивались характеристики сорбционного извлечения, параметры изотерм сорбции, различные способы десорбции и возможность повторного использования сорбента», – рассказал Александр Губин.

В качестве материалов для очистки применяли как обычный магнитный уголь, полученный из рисовой лузги, так и его модифицированные версии. Результаты подтвердили высокую эффективность разработки: полиамид удалялся из воды на 94,4 %, а такие распространённые загрязнители, как полиэтилен и поливинилхлорид, исчезали практически полностью – на 99,9 %.

Профессор Павел Суханов подробно остановился на термическом методе очистки самого сорбента.

«При десорбции микропластика термическим способом уменьшение сорбционной ёмкости происходит за счёт постепенного спекания частиц сорбента, уменьшения размера пор и уменьшения площади поверхности. При приблизительно 700 °С органические соединения удаляются практически на 100 %, а доля несгораемых неорганических примесей (в основном это соли металлов) в речной воде относительно невелика. Такой способ десорбции может быть рекомендован при определении микропластиков в природных и сточных водах», – прокомментировал Суханов.

В настоящее время научная группа продолжает работу над технологией, стремясь расширить спектр микрочастиц, которые можно будет эффективно улавливать с её помощью.

## Создано устройство, получающее 1000 литров воды в день из воздуха без электричества<sup>20</sup>

Нобелевский лауреат 2025 года по химии Омар Яги разработал технологию извлечения до 1000 литров чистой питьевой воды в день из атмосферного воздуха без использования электричества. Изобретение основано на принципах ретикулярной химии и созданных из отдельных молекул материалов, способных улавливать влагу даже при относительной влажности ниже 20%. Выводом технологии на рынок занимается компания Atoco, основанная профессором Яги.

По данным ООН, почти 4 миллиарда человек ежегодно сталкиваются с острой нехваткой воды как минимум на один месяц. Сам Омар Янг, родившийся в Иордане в семье палестинских беженцев, хорошо знаком с этой проблемой. По его словам, технология получения пресной воды из воздуха может стать решением для регионов, отрезанных от внешнего мира в результате ураганов и иных бедствий. Она может стать экологически чистой и устойчивой альтернативой другим методам получения воды, например, опреснению, при котором концентрированный рассол сбрасывается обратно в океан.

«Вы можете извлекать воду из воздуха в любой точке мира, в любое время года, независимо от уровня влажности, без углеродного следа», – заявил Яги.

Установки Atoco размером с 20-футовый контейнер используют металл-органические каркасные структуры для захвата молекул воды из воздуха. Они работают автономно, не требуя внешнего питания, полностью за счет тепловой энергии окружающей среды, пишет Guardian.

Технология прошла испытания в Долине Смерти в Калифорнии – одном из самых засушливых мест на Земле – и производят воду, близкую по качеству к дистиллированной. Объединенные в сеть установки способны генерировать от 2000 до 4000 литров в день.

Официальные лица Гренады, чьи острова пострадали от урагана Берил в 2024 году, отметили, что изобретение профессора Яги решает проблемы высокой стоимости импорта воды, уязвимости централизованных систем к ураганам и необходимости децентрализованных решений. Компания также собирается сотрудничать с центрами обработки данных, предлагая использовать их тепло для получения питьевой воды.

---

<sup>20</sup> Источник: <https://hightech.plus/2026/02/24/nobelevskii-laureat-izobrel-ustroistvo-polucheniya-vodi-iz-vozduha-bez-elektrichestva> Опубликовано 24.02.2026

Прием коммерческих заказов Atoso планирует начать во второй половине 2026 года.

## **Новый адсорбент удаляет из воды 98% «вечных химикатов»<sup>21</sup>**

Учёные из Университета Флиндерса в Южной Австралии разработали наноразмерную молекулярную «клетку», которая способна удалять более 98% токсичных пер- и полифторалкильных веществ (ПФАС) из водопроводной воды, включая трудноуловимые короткоцепочечные формы. Этот метод может помочь в борьбе с одними из самых стойких загрязнителей воды в мире, связанных, по некоторым данным, с многими серьезными заболеваниями у человека.

ПФАС, известные как «вечные химикаты», используются с 1950-х годов в продуктах с антипригарным покрытием, пенообразователях для пожаротушения и других промышленных и бытовых товарах. Они устойчивы к разложению и связаны с повышенными рисками для здоровья человека, включая рак, повреждение печени, нарушения работы щитовидной железы и ослабление иммунной системы. Загрязнение водных источников ПФАС затрагивает миллионы людей по всему миру.

Разработанная молекулярная клетка действует как высокоселективная ловушка. Она улавливает как длинноцепочечные, так и короткоцепочечные ПФАС, которые плохо удаляются существующими технологиями очистки воды. Эта крошечная конструкция способствует агрегации короткоцепочечных ПФАС внутри своей полости, что обеспечивает сильный специфический механизм связывания.

Для повышения адсорбирующей способности молекулярные каркасы были внедрены в мезопористый диоксид кремния, который сам по себе не связывает ПФАС. Добавление около одного процента каркасов по массе превращает материал в высокоэффективный адсорбент. Лабораторные испытания показали удаление до 98% ПФАС из воды с концентрациями, характерными для загрязнённой водопроводной воды.

Материал сохранял эффективность после как минимум пяти циклов регенерации, что делает его перспективным для практического применения в системах фильтрации воды.

---

<sup>21</sup> Источник: <https://hightech.plus/2026/02/27/novii-adsorbent-udalyaet-iz-vodi-98-vechnih-himikatov>  
Опубликовано 27.02.2026

Разработка может стать эффективным финальным этапом подготовки питьевой воды. Сейчас проект находится на стадии лабораторных исследований, и для выхода на рынок технологию необходимо адаптировать к реальным эксплуатационным условиям.

## **Технология на основе нитрида углерода предложена для борьбы с «вечными химикатами»<sup>22</sup>**

Международная команда ученых под руководством Университета Бата (Великобритания) представила прототип технологии, позволяющей разрушать пер- и полифторалкильные вещества (PFAS) с помощью солнечного света. Разработка описана в журнале RSC Advances и рассматривается как потенциальная основа для экологических систем очистки и мониторинга.

PFAS широко применяются в промышленности и потребительских товарах – от антипригарных покрытий до водоотталкивающей одежды и косметики. Эти соединения отличаются высокой химической стабильностью, практически не разрушаются в природной среде и способны накапливаться в воде, почве и живых организмах. В ряде исследований их связывают с рисками для здоровья.

Предложенное решение основано на фотокатализаторе из нитрида углерода, дополненном микропористым полимером PIM-1. Полимерная матрица обеспечивает эффективное связывание молекул PFAS с поверхностью катализатора. Под воздействием света соединения разлагаются на углекислый газ и фторид.

По данным разработчиков, система демонстрирует эффективность при нейтральном уровне pH – условиях, характерных для природных водных объектов. Это открывает возможности для ее применения в технологиях очистки сточных вод и природных водоемов.

Кроме разрушения загрязнителей, технология может использоваться для их выявления: образующийся в процессе разложения фторид может служить индикатором присутствия PFAS. Таким образом, разработка рассматривается и как потенциальная основа для создания портативных сенсоров загрязнения.

---

<sup>22</sup> Источник: <https://nia.eco/2026/02/27/111932/> Опубликовано 27.02.2026

## **В России разработали ИИ-систему для очистки воды на заводах и водоканалах<sup>23</sup>**

Инженеры Московского авиационного института (МАИ) разработали пилотную версию программно-аппаратного комплекса для интеллектуальной очистки воды на заводах, сельхозпредприятиях, а также городских водоканалах. Об этом сообщили ТАСС в пресс-службе вуза.

«Уникальность проекта состоит в комплексном подходе. Он объединяет численное моделирование, позволяющее анализировать поведение систем и оборудования, прогнозировать распределение температуры, давления и других параметров системы очистки, искусственный интеллект, различные датчики и систему автоматического регулирования воздухообмена в очистных сооружениях», - заявила участница проекта, выпускница кафедры «Экология, системы жизнеобеспечения и безопасность жизнедеятельности» МАИ Валерия Салимгареева, чьи слова приводятся в сообщении.

Разработка подойдет как для проектирования новых, так и для модернизации существующих очистных сооружений. Ее использование позволит более эффективно очищать воду от тяжелых металлов, органических примесей, бактерий и сохранять оптимальный уровень кислотности.

Первый этап работы - создание «цифрового двойника» очистных сооружений на этапе проектирования. Разработанное программное обеспечение позволяет заранее просчитать движение водных потоков, распределение примесей и подобрать оптимальную конфигурацию оборудования и фильтров.

«Традиционно подбор оптимальной схемы очистки воды требует проведения дорогостоящих и длительных натурных экспериментов. Наша система позволяет исключить этот этап, виртуально протестировав все возможные варианты и выбрав наиболее эффективный еще до начала строительства. Это значительно сокращает сроки реализации проекта и минимизирует риски ошибок при монтаже», - пояснила Салимгареева.

Второй этап - автоматическое управление очистными сооружениями в режиме реального времени. На объекте устанавливается сеть интеллектуальных датчиков, непрерывно отслеживающих ключевые параметры воды: кислотность, мутность, расход и температуру. Собранные данные поступают в систему, где алгоритмы искусственного интеллекта анализируют их и автоматически регулируют работу оборудования - насосов, аэраторов, дозировочных систем реагентов. Это позволяет моментально реагировать

---

<sup>23</sup> Источник: <https://tass.ru/nauka/26569631> Опубликовано 27.02.2026

на любые изменения состава воды, поддерживая оптимальный режим очистки при минимальных затратах энергии.

По расчетам разработчиков, применение программно-аппаратного комплекса позволит сократить затраты на проектирование на 30-40%, а согласно независимой экспертной оценке, внедрение системы на производстве позволит оптимизировать работу очистных сооружений на 25-30%.

«В перспективе развития проекта планируется создание облачной платформы для удаленного управления, разработка мобильного приложения для операторов, а также интеграция с комплексными системами управления ресурсами предприятия для упрощения ведения отчетности», - рассказали в институте.





Перевод: Усманова О., Юлдашева Г.

Верстка и дизайн: Беглов И., Дегтярева А.

Подготовлено к печати  
в Научно-информационном центре МКВК

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

**[sic.icwc-aral.uz](http://sic.icwc-aral.uz)**