

Водная безопасность и проблемы управления водными ресурсами: мировой опыт



Ташкент 2024



НИЦ МКВК

Научно-информационный центр
Межгосударственной координационной
водохозяйственной комиссии
Центральной Азии

Научно-информационный центр
Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии
Центральной Азии

**Водная безопасность
и проблемы управления
водными ресурсами:
мировой опыт**

Ташкент 2024

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

Содержание

Глобальные вопросы	5
Половина озер мира стали менее устойчивы к изменениям, чем раньше	5
Риск глобальной нехватки воды выше, если учитывать происхождение дождей	8
Исследование показывает, что в мире растет число конфликтов, связанных с водными ресурсами	10
Новый инструмент для повышения кибербезопасности гидроэлектростанций с помощью ИИ.....	14
Смогут ли плотины удовлетворить будущие потребности в воде и энергии?	17
Американский эксперт предсказал мировые войны за водные ресурсы	19
Глобальные усилия по борьбе с наносами	22
Ядовитая глобальная водная политика	27
Азия	35
Могут ли цифровые двойники помочь в управлении речными бассейнами в развивающихся странах?.....	35
Сопоставление управления трансграничными водами Китая и Индии: анализ международного права	40
Почему дефицит воды угрожает национальной безопасности Казахстана?	43
Индийский план «поворота рек» может усугубить дефицит воды в регионе.....	57
Неучтенная вода на Ближнем Востоке: проблемы и решения	58
Какие меры предпринимают страны низовьев рек в Центральной Азии для предупреждения водного дефицита?	63

Америка	67
США и Канада соглашаются на изменение договора по реке Колумбия.....	67
«Серая инфраструктура» не сможет удовлетворить будущие потребности в хранении воды.....	68
Платформа Интернета вещей помогает производителям планировать водопользование	71
Европа	76
Европа на переднем крае инноваций в области водных технологий	76
Южные государства ЕС объединяют усилия для решения острой проблемы дефицита воды в сельском хозяйстве	78

Глобальные вопросы

Половина озер мира стали менее устойчивы к изменениям, чем раньше¹

Некоторые высокогорные озера более устойчивы, или способны вернуться к исходному состоянию после изменений, поскольку усиленное таяние ледников временно питает их.

В последние десятилетия почти половина крупных озер мира потеряли устойчивость или способность восстанавливаться после резкого нарушения, согласно первой глобальной оценке долгосрочных изменений устойчивости озер. Озера на востоке Северной Америки и севере Европы пострадали сильнее всего, и в этом в основном виноваты густонаселенные районы и загрязнение, предполагает исследование. Однако в более богатых регионах озера были более здоровыми, что говорит о том, что дорогостоящие усилия по сохранению окупаются.

Люди и климат могут постепенно менять озера от их естественного, здорового состояния. Более высокие температуры могут увеличивать испарение, уменьшение осадков может снизить уровень озера, а регулярное загрязнение может подорвать здоровье экосистемы озера. Когда происходят внезапные нарушения, такие как тепловые волны, засухи или наводнения, «устойчивое» озеро может восстановиться; а уязвимое озеро может не вернуться в свое прежнее состояние.

Оценка устойчивости озера, учитывающая его структуру и экосистемные функции, имеет решающее значение для ученых, прогнозирующих его реакцию на климатические и антропогенные изменения. Однако долгосрочные тенденции изменения устойчивости озер в глобальном масштабе – и причины их возникновения – остаются неизвестными. Новое исследование, опубликованное в журнале «Geophysical Research Letters», восполняет этот пробел в знаниях.

¹ Источник: Half of world's lakes are less resilient to disturbance than they used to be // <https://smartwatermagazine.com/news/american-geophysical-union/half-worlds-lakes-are-less-resilient-disturbance-they-used-be> Опубликовано 28.06.2024

По словам ученого-эколога Ке Чжана, из Государственной лаборатории по изучению озер и окружающей среды при Китайской академии наук, возглавившего исследование, отслеживание устойчивости озер имеет огромное значение, поскольку позволяет обнаружить ранние признаки деградации экосистемы. Это позволяет нам своевременно принять меры и предотвратить необратимый катастрофический коллапс озерных экосистем, который может иметь серьезные социально-экологические последствия.

Отслеживание состояния озер из космоса

Чжан и его коллеги рассматривали комплексное состояние и устойчивость озер, а также сочетание климатических и антропогенных факторов для 1049 крупнейших и наиболее важных озер мира для нахождения изменений в период с 2000 по 2018 гг. Набор статистических тестов позволил ученым обнаружить «мерцания» и долгосрочные изменения в цвете озера, указывающие на изменения в его здоровье. Если хотя бы два статистических теста совпадали, исследователи отмечали, что озеро переживает изменения в устойчивости. Исследователи проанализировали площадь озер, глубину и цвет, полученные с помощью спутниковых снимков, в контексте температуры, количества осадков, плотности населения и валового внутреннего продукта (ВВП) на душу населения в каждом водосборе.

Исследователи обнаружили, что почти половина изученных озер во всем мире значительно потеряли свою устойчивость. Большинство из них находились между 30-60° северной широты, однако авторы отмечают, что многие из озер мира находятся в более высоких широтах северного полушария, и там их становится все больше из-за изменения климата.

С другой стороны, около четверти изученных озер становились более устойчивыми — в основном на больших высотах и в основном из-за увеличения талых ледниковых вод. Тибетское нагорье и Анды показали самый сильный прирост устойчивости в результате таяния ледников. Наблюдался также рост устойчивости озер в Центральной Северной Америке, в основном в Канаде.

Затем исследователи разделили период исследования на две части, чтобы посмотреть, ускорились ли какие-либо тенденции в последние годы. С 2000 по 2009 гг. примерно одинаковая доля озер испытала увеличение и уменьшение устойчивости — соответственно 36% и 35%. Однако в период с 2010 по 2018 гг., в то время как 28% озер приобрели устойчивость, 39% потеряли устойчивость, что указывает на выраженные изменения в состоянии озер. В последние годы 26,8% озер перешли от более к менее устойчи-

вым. Эта тенденция была особенно ярко выражена в восточной части северной Америки и северной Европе.

Эти результаты ошеломляющие. Хотя исследователи и предполагали, что деятельность человека окажет значительное воздействие на устойчивость озер, степень снижения устойчивости почти у половины изученных озер вызывает тревогу. Авторы отвечают, что результаты исследования могут указывать на то, что многие озера приближаются к необратимым экологическим переломным моментам,

В чем причина?

Исследование показывает, что плотность населения в наибольшей степени способствует потере устойчивости озер, что, скорее всего, связано с более высокой концентрацией загрязняющих веществ и более высокой степенью изменения ландшафта.

Более крупные озера и озера, расположенные на больших высотах, с большей вероятностью окажутся более устойчивыми.

В большинстве регионов антропогенные факторы имеют более сильное значение, чем климат, однако такие высокогорные районы, как Тибетское нагорье, являются явным исключением. Там более высокие температуры воздуха приводят к таянию ледников, что, в свою очередь, позволяет озерам становиться больше и чище. А в тропических и субтропических регионах климат имеет значение, поскольку более теплые температуры повышают риск цветения водорослей, что ухудшает качество воды и состояние озер. Тем не менее, требуется дальнейшее исследование для подтверждения этих предположений.

Есть и хорошие новости. Состояние многих озер в регионах с высоким ВВП улучшается, что, по мнению авторов, связано с такими усилиями, как восстановление лесов, устойчивое землепользование и борьба с эвтрофикацией. По мнению авторов, модель более устойчивых озер в водосборных бассейнах с высоким ВВП позволяет предположить, что продолжающиеся усилия, сосредоточенные на состоянии озер, могут помочь.

Выявленные тенденции вызывают беспокойство и указывают на настоятельную потребность в эффективном управлении и усилиях по восстановлению для смягчения этих воздействий. В то же время, положительная корреляция между более высоким ВВП и повышенной устойчивостью в некоторых областях подразумевает, что экономическое развитие может быть использовано для инвестирования в защиту окружающей среды и управление озерами.

Риск глобальной нехватки воды выше, если учитывать происхождение дождей²

Обеспечение мирового водоснабжения является одной из величайших задач нашего времени. Исследования Стокгольмского университета представили альтернативный метод количественной оценки глобального риска нехватки воды. Результаты указывают на большую угрозу, чем ожидалось ранее, если принять во внимание условия окружающей среды. По мнению ученых, странам важно учитывать не только действия внутри собственных границ, но и политику соседей.

Идея глобального водоснабжения заключается в том, что дождь выпадает на поверхность земли и затем накапливается в водоносных горизонтах, озерах и реках. С помощью этого подхода обычно составляются оценки водной безопасности и риска ее нехватки. Однако новое исследование показывает, что эти угрозы зависят от управления водой и условий окружающей среды, существующих с наветренной стороны, то есть от областей, откуда поступает влага для дождя.

«Водоснабжение действительно возникает раньше: влага, испаряющаяся с суши или океана, перемещается в атмосферу, а затем выпадает в виде дождя, — говорит один из авторов исследования Фернандо Харамильо из Стокгольмского университета. — Эту влажность с наветренной стороны обычно упускают из виду при оценке доступности воды».

Когда озеро или река совместно используются разными странами, оценки и правила в основном применяются с точки зрения находящегося вверх по течению. Вместо этого, перспектива с наветренной стороны учитывает регион, куда испаренная вода переносится, прежде чем превратиться в дождь. Эта территория известна как зона осадков и может покрывать значительные площади земли.

«Например, в тропической Южной Америке основная часть бассейна Амазонки находится ниже по течению от Анд, тогда как большие территории горного хребта сами по себе находятся с подветренной стороны от тропических лесов Амазонки и полагаются на них, что делает эти два региона зависимыми друг от друга с точки зрения водоснабжения», — говорит Харамильо.

² Источник: <https://nauka.err.ee/1609441607/risk-globalnoj-nehvatki-vody-vyshe-esli-uchityvat-proishozhdenie-dozhdej> Опубликовано 2.09.2024

В рамках исследования было изучено 379 гидрологических бассейнов по всему миру. Оказалось, что риски для водной безопасности значительно выше, если принять во внимание происхождение воды.

«При таком подходе мы видим, что 32 900 км³/год из потребляемой воды во всем мире сталкиваются с очень высоким риском, — говорит главный автор исследования Хосе Посада из Стокгольмского университета. — Это почти на 50% больше, по сравнению с величиной 20 500 км³/год, к которой приходят в результате более традиционного подхода к разведке и добыче воды».

Политический контроль

Поскольку большое количество воды испаряется растениями, изменения в землепользовании могут повлиять на ее доступность. Если в наветренных районах активно ведется вырубка лесов и развитие сельского хозяйства, количество влаги, которую обеспечивает растительность, вероятно уменьшится, что приведет к снижению количества осадков.

«В прибрежных странах, таких как Филиппины, большая часть дождя приходит с моря, а это означает, что изменения в землепользовании представляют очень небольшой риск для водной безопасности. С другой стороны, осадки в материковых государствах, таких как Нигер, происходят в основном за счет влаги, которая испаряется в соседних странах, например, в Нигерии и Гане. Это означает, что многие государства, не имеющие выхода к морю, подвергаются высокому риску из-за того, как изменения в землепользовании влияют на водную безопасность», — говорит Фернандо Харамильо.

Другими словами, политические факторы, такие как управление окружающей средой и правила в районах, где влага испаряется в первую очередь, могут повлиять на ситуацию в совершенно иных областях.

«Например, бассейн реки Конго, в значительной степени зависящий от влаги из соседних стран с низкими экологическими показателями сталкивается со значительными рисками из-за потенциальной вырубки лесов и нерегулируемых изменений в землепользовании в близлежащих регионах», — говорит соавтор исследования, Лан Ван-Эрландссон из Стокгольмского университета.

Нужны новые подходы

Исследование показывает, почему отсутствие управляемости и экологических показателей в стране, находящейся с подветренной стороны, может иметь отношение к водоснабжению. В нем подчеркивается взаимозависимость между государствами, расположенными вверх по течению или с наветренной стороны, и теми, которые оказываются ниже по течению или с подветренной стороны.

«Невозможно игнорировать взаимозависимость между странами. В конце концов, вся вода связана, поэтому мы должны заботиться не только о том, как мы управляем нашими водными ресурсами внутри региона или государства, но и о том, как это делают соседи», — говорит Ван-Эрландссон.

Исследование опубликовано в журнале Nature Water.

Исследование показывает, что в мире растет число конфликтов, связанных с водными ресурсами³

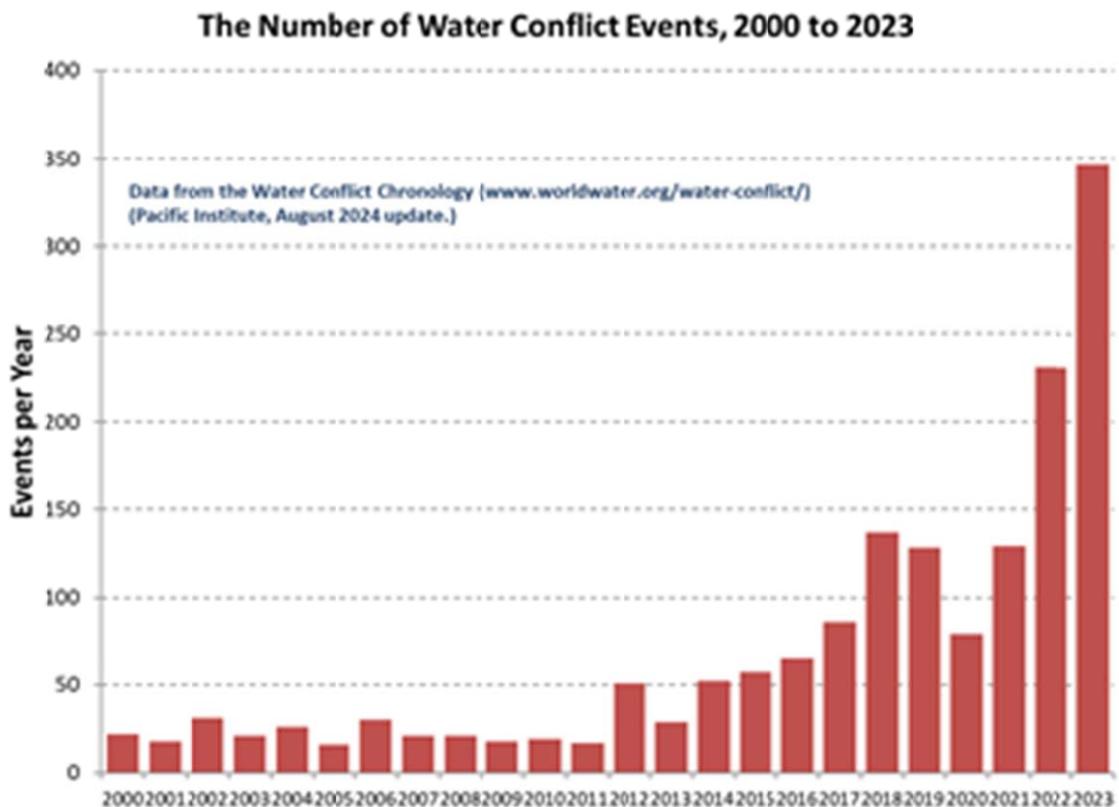
Конфликты из-за водных ресурсов резко возросли в 2023 г., продолжая тенденцию резкого роста таких инцидентов за последнее десятилетие. Эти события включают нападения на водохозяйственные системы, беспорядки и споры по поводу контроля и доступа к воде, а также использование воды в качестве оружия войны. Количество инцидентов быстро возросло в последние годы, при этом в 2023 г. было зафиксировано на 150% больше инцидентов, чем в 2022 г. (347 событий по сравнению с 231). В 2000 г. было зафиксировано всего 22 таких инцидента.

Глобальный аналитический центр по водным ресурсам Тихоокеанского института (Pacific Institute), выпускает обновленную версию «Хронология конфликтов из-за воды» (Water Conflict Chronology), самой полной в мире базы данных с открытым исходным кодом по конфликтам, связан-

³ Источник: Global increase in water-related conflict, study reveals // <https://smartwatermagazine.com/news/pacific-institute/global-increase-water-related-conflict-study-reveals> Опубликовано 23.08.2024

ными с водными ресурсами. В запись было добавлено более 300 новых случаев жестоких конфликтов, связанных с водными ресурсами и водохозяйственными системами. Инциденты идентифицируются по новостным сообщениям, свидетельствам очевидцев и другим базам данных о конфликтах. Новые записи охватывают все конфликты из-за воды до конца 2023 г. Обновленные данные и анализ были опубликованы в преддверии крупнейшей в мире международной конференции по водным ресурсам, Всемирной недели воды в Стокгольме, где тема 2024 г. — «Преодоление границ: вода для мирного и устойчивого будущего».

По словам доктора Питера Глейка, старшего научного сотрудника и соучредителя Тихоокеанского института, значительный всплеск конфликтов из-за водных ресурсов отражает **продолжающиеся споры о контроле и доступе к скудным водным ресурсам**, важность воды для современного общества, растущую нагрузку на водные ресурсы из-за роста населения и экстремальных изменений климата, а также продолжающиеся нападения на водохозяйственные системы, где широко распространены вооруженные конфликты и насилие, особенно на Ближнем Востоке и в Украине.



Количество событий в Хронологии в период с 2000 по 2023 гг., показывающее резкий рост за последнее десятилетие.

По словам Моргана Шимабуку, старшего научного сотрудника Тихоокеанского института, значительный рост этих событий свидетельствует о том, что слишком мало делается для обеспечения равноправного доступа к безопасной и достаточной воде, и подчеркивает опустошение, которое война и конфликты наносят гражданскому населению и важнейшей водохозяйственной инфраструктуре. Недавно обновленные данные и анализ выявляют растущий риск того, что изменение климата усугубляет и без того нестабильную политическую ситуацию, делая доступ к чистой воде менее надежным в зонах конфликтов по всему миру.

Региональный анализ

Конфликты из-за воды были зарегистрированы во всех основных регионах мира в 2023 г.

В базе данных по-прежнему преобладают данные по конфликтам на Ближнем Востоке (в отчете и базе данных обозначено как Западная Азия), в Южной Азии и странах Африки к югу от Сахары, что соответствует тенденциям последних лет. В 2023 г. наблюдался рост всех трех категорий конфликтов (триггер, жертва, оружие). Нападения на воду и водохозяйственную инфраструктуру составили половину инцидентов в 2023 г; конфликты, вызванные спорами о доступе к воде и ее контроле, составило 39%; и вода использовалась в качестве оружия войны в 11% случаев. Административно-территориальные конфликты между фермерами и скотоводами в Африке, городскими и сельскими водопользователями, религиозными группами и семейными кланами в 2023 г. (62% событий), продолжают значительно превышать число трансграничных конфликтов, в которых участвуют две или более стран (38% событий).

Новый анализ указывает на несколько регионов, вызвавшие особую обеспокоенность в 2023 г. Информационный бюллетень Тихоокеанского института включает избранные примеры инцидентов, произошедших в 2023 г.

Доступные решения по вопросам политики и практики

Помимо сбора и обмена данными о конфликтах из-за воды, работа Тихоокеанского института сосредоточена на выявлении и понимании стратегий по снижению рисков конфликтов, связанными с водными ресурсами. Рост числа конфликтов из-за воды имеет различные движущие силы и причины, поэтому требует различных подходов и стратегий, которые по-

вышают устойчивость к воде и устраняют основные причины. В местах, где засуха и изменение климата способствуют напряженности из-за воды, можно принять политику более справедливого распределения воды и совместного его использования между заинтересованными сторонами, а технологии могут помочь более эффективно использовать имеющуюся воду. Соглашения о совместном использовании воды и совместном управлении водными ресурсами могут быть достигнуты для разрешения трансграничных конфликтов, таких как конфликты вдоль рек Тигр/Евфрат, реки Гильменд и в других местах. При соблюдении методов ведения войны, установленных международным правом вооруженных конфликтов, при котором защищаются гражданская инфраструктура, включающая плотины, трубопроводы и водоочистные сооружения, обеспечивается необходимая защита, которая поддерживает основное право человека на воду. Улучшение методов кибербезопасности может снизить угрозу кибератак, которые пытаются использовать доступ к воде в качестве оружия для сообществ.

По словам Питера Глейка, необходимо срочно работать над вопросами снижения угрозы конфликтов из-за воды. Лучший способ решения — перейти к более устойчивой и эффективной политике в области водных ресурсов, которая гарантирует безопасную воду и санитария для всех, а также укреплять и обеспечивать соблюдение международных соглашений и законов в отношении общих водных ресурсов и решать растущие угрозы, создаваемые экстремальными засухами и наводнениями, усугубленными изменением климата. Решения доступны, но на сегодняшний день они недостаточно применяются.

Крупнейшая в мире база данных с открытым исходным кодом о конфликтах из-за воды

Хронология конфликтов из-за воды — самая полная в мире база данных с открытым исходным кодом по конфликтам из-за воды. Созданная Тихоокеанским институтом в 1980-х гг., она включает в себя проверенные случаи, когда вода и водохозяйственные системы были (1) триггером; (2) целью или жертвой; или (3) оружием конфликта. Данные охватывают период более 4500 лет. Каждая запись в Хронологии конфликтов из-за воды идентифицируется с указанием даты, местоположения, категории (триггер, жертва или оружие), краткого описания и подтверждающей цитаты или источника. В настоящее время Хронология включает в себя более 1920 случаев конфликтов из-за воды и водохозяйственных систем и показывает явное ухудшение ситуации в этой области за последние десятилетия.

Новый инструмент для повышения кибербезопасности гидроэлектростанций с помощью ИИ⁴

Высказывание таково: злоумышленнику нужна только одна победа, но группе по безопасности нужно побеждать 100% во всех случаях. Достижение такого уровня защиты является целью нового инструмента кибербезопасности для гидроэлектростанций, который разрабатывается в национальной лаборатории возобновляемой энергии (NREL).

Инструмент ситуационной осведомленности о кибербезопасности для гидроэнергетики (CYSAT-Hydro), работающий на основе данных и не зависящий от оборудования, появляется на фоне двух важных сюжетных линий в мире энергетики. Первая — это быстрый рост подключенных к Интернету распределенных энергетических ресурсов, которые могут быть интегрированы с крупными источниками генерации, такими как гидроэлектростанции, и могут создавать риски кибербезопасности для цифровых интерфейсов этих станций в сети. Вторая — это кибератаки высокого уровня, нацеленные на энергетические системы. В частности, атака с использованием вируса-вымогателя на трубопровод «Colonial» в мае 2021 г. обошлась операторам в миллионы долларов и сильно нарушила газоснабжение миллионов американцев.

По словам Вивека Кумара Сингха, старшего исследователя по кибербезопасности из национальной лаборатории возобновляемой энергии, если посмотреть на последние 10–15 лет, то можно увидеть, что увеличилось количество злонамеренных и спонсируемых государством субъектов, пытающихся взломать и поставить под угрозу очень важную инфраструктуру, такую как энергосистема, из-за значительного воздействия и огромных денежных выгод. Сингх входит в группу, которая руководила разработкой инструмента ситуационной осведомленности о кибербезопасности для гидроэнергетики – «CYSAT-Hydro».

За последнее десятилетие был сделан толчок к модернизации энергосистемы США. Новые технологии — такие как интеллектуальные счетчики, агрегаторы данных, передовая коммуникационная инфраструктура, системы управления на большой площади и периферийные вычисления — используются для лучшей интеграции чистых источников энергии.

⁴ Источник: New tool to advance hydropower plant cybersecurity through AI // <https://www.hydroreview.com/technology-and-equipment/controls-and-automation/new-tool-to-advance-hydropower-plant-cybersecurity-through-ai/> Опубликовано 29.08.2024

Гидроэлектростанции являются частью тенденции развития технологий «умных сетей». Операторы все чаще интегрируют малые гидроэлектростанции с системами аккумулирования энергии для обеспечения надежного электроснабжения по пиковым рыночным тарифам. Ключевым применением технологии «умных сетей» является использование интегрированных в гидроэнергетику систем хранения энергии с использованием аккумуляторных батарей для предоставления услуг по регулированию частоты. Подобные интегрированные системы позволяют операторам упростить доступ и связь с различными компонентами энергосети, что снижает эксплуатационные расходы для владельцев гидроэнергетических активов.

Любое цифровое пространство представляет потенциальную возможность для хакеров получить доступ к сети и скомпрометировать ее. Система «CYSAT-Hydro» предназначена для защиты этих потенциальных точек доступа, чтобы обеспечить надежность энергосистемы. Хотя технологии «умных сетей» повышают надежность энергосистемы, они также могут создавать новые лазейки для атак хакеров, чтобы скомпрометировать сеть энергосистемы.

Необходимость защиты новых потенциальных точек доступа к сети стала причиной того, что управление гидроэнергетических технологий Министерства энергетики США поддержало разработку нового инструмента для повышения кибербезопасности и устойчивости гидроэлектростанций.

Многие из кибератак, с которыми может столкнуться энергосистема являются скрытными и не требуют особых знаний о самой энергосистеме. Они могут осуществляться в виде атак типа «отказ в обслуживании», при которых злоумышленнику может потребоваться лишь минимальная информация о системе, например, IP-адрес. Некоторые из потенциальных кибератак, нацеленных на интегрированные в гидроэнергетику систем хранения энергии с использованием аккумуляторных батарей, могут включать атаки на отключение линий и атаки на целостность данных о сигналах регулирования. В первом случае речь идет о несанкционированном отключении реле для отключения распределительных линий электропередач или нагрузок, а во втором – об изменении входящих сигналов регулирования для нарушения регулирования частоты.

Создатели «CYSAT-Hydro» учитывали эти типы векторов атак при разработке инструмента. «CYSAT-Hydro» использует искусственный интеллект (ИИ) для обнаружения аномалий в операционной технологической сети, которые часто развертываются скрытно. Затем «CYSAT-Hydro» отправляет подробную информацию о кибератаках операторам системы и анализирует производительность сети в режиме реального времени, чтобы помочь операторам восстановить функциональность сети после атаки. По-

мимо обеспечения защиты от кибератак, «CYSAT-Hydro» также вычисляет технико-экономические показатели производительности сети различных распределенных энергоресурсов, чтобы помочь операторам сетей понять ценность инструмента «CYSAT-Hydro».

По словам Вивека Кумара Сингха, нужно подумать о продолжительности кибератаки и о том, сколько она может стоить операторам. Если в результате атаки гидростанция будет остановлена на пять часов, это может стоить вам как оператору огромных денег, а также может повлиять на регулирование реки, местное водообеспечение и экосистемы. Этот инструмент потенциально может обойти любую из этих проблем, помогая предотвратить атаку с самого начала.

Инструмент поддерживает удобный интерфейс прикладного программирования, совместимый с различными операционными системами. Он также оснащен панелью визуализации в режиме реального времени, которая предоставляет пользователям комплексное представление о работе сети, сетевом трафике, вторжениях и других данных.

Поскольку система «CYSAT-Hydro» будет иметь открытый исходный код и станет общедоступной, ее можно будет легче внедрить в широком масштабе, а также применить к другим технологиям энергосистем и критически важным инфраструктурам, не относящимся к энергосистемам, таким как водопроводы и газопроводы.

Сингх надеется, что поскольку разработка «CYSAT-Hydro» приближается к завершающей стадии, адаптивность инструмента обеспечит его дальнейший рост.

Группа исследователей по кибербезопасности ищут возможности для демонстрации на местах и коммерциализации технологии в партнерстве с отраслевыми поставщиками и коммунальными службами. Кроме того, планируется продолжить работу над разработкой этого инструмента, проводя больше тематических исследований для улучшения его функциональности. Когда будет предоставлен окончательный отчет управлению гидроэнергетических технологий, будут рассмотрены вопросы по дальнейшему применению «CYSAT-Hydro» с целью повышения уровня кибербезопасности для систем чистой энергии.

Смогут ли плотины удовлетворить будущие потребности в воде и энергии?⁵

Многоцелевое назначение плотин оказалось в центре внимания, поскольку исследование, проведенное в США, показывает, что «серая» инфраструктура не сможет удовлетворить будущие потребности в энергии и орошении.

Исследование Стэнфордского университета и научного центра Карнеги было названо первым в своем роде глобальным обзором роли плотин и водохранилищ в обеспечении запасами воды. Признавая, что гидроэнергетика и орошаемое сельское хозяйство имеют решающее значение для смягчения и адаптации климата, а также удовлетворения основных потребностей человека в XXI веке, исследовательская группа отметила недостаток имеющихся данных для оценки многоцелевой роли существующих плотин и водохранилищ. Это важно, отметила исследовательская группа, поскольку обе отрасли зависят от одной и той же услуги, а именно от запасов воды, и конкурируют за нее.

Рафаэль Шмитт из Стэнфордского университета и Лоренцо Роза из научного центра Карнеги заявляют, что, поскольку в будущем ожидается рост спроса, важно выявить существенные пробелы в нашем понимании того, какой вклад гидроэнергетика и орошаемое земледелие вносят в продовольственную и энергетическую безопасность.

По словам Шмитта, запас воды является критически важным и глобально ограниченным ресурсом. Это исследование показывает, что решения прошлого недостаточны и могут нанести ущерб уже перегруженным пресноводным экосистемам.

Исследование было опубликовано в научном журнале «Renewable and Sustainable Energy Reviews», которое представило машинное обучение для количественной оценки ролей 6000 крупнейших в мире плотин и водохранилищ. Анализ показывает, что водохранилища с плотинами по всему миру аккумулируют примерно в 1000 раз больше объема воды в сравнении с объемом воды крупнейшего искусственного озера Калифорнии и озера Шаста. Из этого объема менее 5% достигает орошаемых культур. Поскольку проанализированные плотины обеспечивают 505 ГВт гидроэнергии, 40% от общей текущей мировой мощности ГЭС, исследование прогнози-

⁵ Источник: Can dams meet future water and energy demands? // <https://www.waterpowermagazine.com/analysis/can-dams-meet-future-water-and-energy-demands/>
Опубликовано 28.08.2024

рует, что глобальный спрос на гидроэнергию вырастет примерно на 35% к 2050 г., в то время как глобальная потребность в запасах воды для орошения увеличится на 70%.

В мире выявлено более 3700 плотин, которые были определены для потенциального развития, если все они были бы построены, то смогли бы обеспечить примерно на 60% больше энергии и на 40% аккумулярованной воды для орошения. Несмотря на этот потенциал, анализ показывает, что в некоторых странах и регионах сохраняется его дефицит. Даже при строительстве нескольких тысяч новых плотин, по мнению авторов, не хватит гидроэнергии и запасов воды для орошения, чтобы удовлетворить потребности Индии, Центральной Европы и ряда стран Азиатско-Тихоокеанского региона.

Это исследование ни в коем случае не выступает за строительство новых плотин. Нужны глобальные дебаты в срочном порядке, о том, как удовлетворить потребности в запасах воды для критически важных отраслей.

По мере роста спроса на орошение и гидроэнергетику разрыв между потребностями отраслей и тем, что могут обеспечить плотины, будет увеличиваться, и, как предупреждают авторы, возрастет риск возникновения конфликтов между этими отраслями. Для более детального понимания возникающих конфликтов, относящихся к работе между отраслями, требуется рассмотреть работу водохранилищ. Однако признается, что такое моделирование от регионального до глобального уровня остается сложной задачей и предметом постоянных исследований.

Развитие такого понимания и включение его в интегрированные модели глобальной оценки и в отраслевые исследования будут необходимы для ограничения фактических пробелов в вопросах запасов воды и выявления оперативных возможностей для их устранения, утверждают Шмитт и Роза.

Смещение акцента в сторону орошения

Там, где гидроэнергетика отстает от спроса, другие возобновляемые источники энергии могут компенсировать нехватку электроэнергии и даже позволить сместить акцент работы плотин в пользу орошения. И наоборот, увеличение зависимости от вариантов запасов воды, не связанных с серой инфраструктурой, может облегчить работу плотин и переключить их на производство большего количества энергии, что позволит строить меньше таких проектов и внедрять малые гидроэнергетические проекты. По мнению исследователей, в условиях дефицита гидроэнергии и воды для оро-

шения, потребность в альтернативах плотинам и водохранилищам будет еще более острой.

Исследование было охарактеризовано как первый шаг к единому взгляду на водохозяйственную инфраструктуру для будущих систем возобновляемой энергетики и сельского хозяйства, однако пробелы в исследованиях все еще сохраняются и требуют дальнейшего изучения.

В заключении исследование подчеркивает необходимость учитывать многоцелевую роль серой инфраструктуры в дискуссиях о воздействиях и альтернативах будущим крупным плотинам и водохранилищам. В свою очередь, это указывает на необходимость учитывать потенциальные внешние эффекты, которые могут иметь будущие продовольственные и возобновляемые энергетические системы, а значит, и критически важные системы для развития человека и климатических действий, если их зависимость от серой инфраструктуры не будет преодолена.

Американский эксперт предсказал мировые войны за водные ресурсы⁶

Водные ресурсы по всему миру становятся всё менее доступны. Это является одной из острейших проблем XXI века, которая станет причиной будущих войн на планете. Так считает доцент кафедры географии и окружающей среды Университета Вилланова в Пенсильвании Фрэнсис Гальгано.

Эксперт специализируется на военной географии и экологической безопасности. Недавно он опубликовал исследование, посвящённое взаимосвязи между нехваткой воды, геополитикой и потенциалом насильственных конфликтов в условиях глобального потепления.

По его мнению, двумя основными проблемами являются плохое управление в особо уязвимых районах, особенно в бассейнах трансграничных рек, и углубляющийся климатический кризис с более частыми засухами.

⁶ Источник: <https://www.ridus.ru/amerikanskij-ekspert-predskazal-mirovye-vojni-za-vodnye-resursy-463664.html> Опубликовано 5.09.2024

«Думаю, это фундаментальная вещь, которая дестабилизирует нашу способность разрешать водные конфликты мирным путём и эффективно», — сказал Гальгано в интервью CNBC.

Проблемы нарастают

Перспектива водных войн уже довольно давно является предметом длительных и активных дебатов, в ходе которых все — от высокопоставленных должностных лиц ООН до известных экспертов в области гидрополитики — выражают обеспокоенность по поводу предполагаемых рисков.

Но есть и оптимисты. Стокгольмский международный институт водных ресурсов (SIWI) — некоммерческая организация, специализирующаяся на управлении водными ресурсами. Его сотрудники заявили, что даже в условиях возможного роста социальных конфликтов и насилия «вода может стать мостом к мирным переговорам, а не спусковым крючком или оружием войны».

Тем не менее, устойчивое использование водных ресурсов становится всё более актуальной глобальной проблемой. Подсчитано, что половина населения земного шара уже сталкивается с острой нехваткой воды — по крайней мере, в течение части года. Согласно прошлогодним оценкам Института мировых ресурсов, к 2050 году дефицит воды может обойтись в ошеломляющие 70 триллионов долларов, или 31% мирового ВВП.

Складывающаяся ситуация уже вызывает волнения. Жители столицы Мексики вышли на улицы в январе в знак протеста против «беспрецедентной» недельной нехватки воды. В июне власти Ирана предупредили, что Тегеран и более 800 городов и деревень страны находятся под угрозой провала почвы. Рейтинговое агентство Moody's недавно предупредило, что острая нехватка воды в Индии может подорвать кредитоспособность страны.

Серьёзность глобального водного кризиса ещё больше подчёркивается тревожным ростом инцидентов, связанных с водой и безопасностью. По данным Control Risks, в среднем их число увеличилось более чем на 230% в период с начала 2019 года по май 2024 года. Показатель включает протесты и массовые беспорядки, связанные с нехваткой воды или загрязнением окружающей среды. Очень маловероятно, что эта тенденция замедлится в ближайшие месяцы, подчеркнули в организации.

Возможные «очаги возгорания»

Гальгано выделил девять международных речных бассейнов в качестве горячих точек, где либо уже происходят вооружённые конфликты по поводу воды, либо высока вероятность их возникновения. К ним относятся бассейн Нила в Африке, бассейны Тигра и Евфрата в Юго-Западной Азии, реки Гильменд и Харируд вдоль границы Афганистана и Ирана.

По словам Гальгано, страны вдоль Нила до сих пор не смогли прийти к соглашению по поводу весьма спорной плотины: «Египет официально дал понять, что собирается начать войну». Египет и Эфиопия уже много лет спорят по поводу строительства последней гидроэлектростанции на главном притоке Нила стоимостью 4 миллиарда долларов.

Египет опасается, что Великая эфиопская плотина возрождения (GERD) окажет разрушительное воздействие на водоснабжение и ирригацию в нижнем течении реки, если Эфиопия не учтёт его потребности. Сохраняются опасения, что ситуация может спровоцировать полномасштабный конфликт.

«Если GERD существенно сократит подачу воды в Египет, это станет горячей точкой. С 2011 года они пытаются прийти к какому-то структурированному соглашению, но пока безуспешно. Я вижу в этом реальную проблему», — сказал Гальгано.

Ещё одной горячей точкой он назвал реки Тигр и Евфрат, которые протекают примерно параллельно через сердце Ближнего Востока. Президент Турции Реджеп Тайип Эрдоган «всё больше укореняется в своих замкнутых националистических позициях по ряду вопросов», отмечает эксперт. Это оставляет открытым вопрос, примет ли турецкий лидер решение перекрыть воду в ущерб Ираку и Сирии.

Гальгано видит проблемы в западном Китае, связанные с поступлением воды в Гималаи. Сомнительно, что в регионе кто-то сможет бросить Китаю военный вызов, но это тоже горячая точка, которая тревожит экспертов. «То же самое с реками Брахмапутра и Инд в районе между Индией, Пакистаном и Непалом», — добавил учёный.

На фоне опасений по поводу перспективы водных войн Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП) в марте опубликовала список из семи мер, которые страны и отдельные лица могли бы предпринять для решения проблемы надвигающейся нехватки воды. В их числе меры по защите и восстановлению природных пространств, повышению эффективности использования водных ресурсов, устранению утечек воды, использованию нетрадиционных источников воды, таких как очистка и повторное использование сточных вод, и комплексные подходы к принятию решений.

Глобальные усилия по борьбе с наносами⁷

В журнале «Международная энергетика и строительство плотин (IWP&DC) рассматривается последнее исследование, посвященное решению проблем отложения наносов во всем мире.

Крупнейшая гидроэлектростанция Эквадора оказалась под угрозой после того, как стихийное бедствие привело к катастрофической эрозии реки. В настоящее время, американские ученые помогают правительству Эквадора выбрать оптимальный способ борьбы с образовавшимися отложениями наносов, чтобы сохранить устойчивость проекта.

Геологическая служба США (USGS), инженерный корпус армии США и другие федеральные агентства работают совместно с электроэнергетической корпорацией Эквадора (CELEC) над стратегиями управления отложениями наносов и эрозией в бассейне реки Рио-Кока после обрушения водопада Сан-Рафаэль высотой 144 м в 2020 г. Катастрофическая эрозия долины реки произошла выше по течению после обрушения водопада, вызвав оползни и разрушение инфраструктуры. Поскольку эрозия быстро распространилась вверх по течению, под угрозой оказались объекты эквадорской инфраструктуры стоимостью более \$ 3млрд, включая гидроэлектростанцию «Coca Codo Sinclair» (CCS).

Во время визита в январе 2024 г. ученые геологической службы США наблюдали значительные изменения русла реки и миграцию эрозии вверх по течению, которая находилась примерно в 7 км ниже по течению от водозабора гидроэлектростанции CCS. Ученые также посетили и оценили степень миграции наносов в нижнем течении реки, ниже по течению от места обрушения водопада. Помимо последствий инцидента 2020 г., тем же гидроэнергетическим объектам угрожает накопление наносов в водохранилище выше по течению от водозабора CCS.

Руководство электроэнергетической корпорации «CELEC» высказалось в поддержку продолжения помощи со стороны США и предложения геологической службы США по реализации плана мониторинга водораздела на предмет отложений наносов и речного стока. Такие данные будут жизненно важны для оценки устойчивости инфраструктуры и реализации стратегий управления наносами и борьбы с эрозией.

⁷ Источник: Global efforts to address sedimentation // <https://www.waterpowermagazine.com/analysis/global-efforts-to-address-sedimentation/> Опубликовано 28.08.2024

Отложение наносов в реке Кламат

После завершения работ по снижению уровня воды в реке Кламат, на четырех американских плотинах, запланированных к демонтажу, река восстанавливается, удаляя накопившиеся за десятилетия наносы. В марте и апреле 2024 г. «NOAA Fisheries» и Бюро мелиорации США совместно с племенами и другими партнерами бассейна спустили воду с плотин Линк и Кено дальше выше по течению, чтобы создать промывочный сток, который удвоил объем реки, подняв наносы и смывая их вниз по течению, в океан.

Такие меры дают реке наилучшую возможность переместить наносы, накопившиеся за плотинами Айрон Гейт, Копко № 2 и Джей Си Бойл за последние 60-100 лет. Цель заключалась в том, чтобы максимально увеличить объем перемещаемых вниз по реке наносов и одновременно снизить риск для рыбы, выпущенной из инкубаторов, и других мигрирующих рыб в реке. Исследования предполагают, что наносы, мобилизуемые в первые месяцы после сноса плотины, приведут к замутнению реки, поскольку мутность естественным образом повышается при увеличении зимнего стока. Хотя предполагается, что это окажет некоторое краткосрочное воздействие на рыбу в этом году, стратегия концентрации движения наносов в течение нескольких месяцев позволит избежать воздействия на нерест и личинок рыб в последующие годы.

По словам Шари Уитмора, биолога-рыбовода из отделения рыболовства в бассейне реки Кламат («NOAA Fisheries»), река сводит на нет воздействие этих плотин в течение века, и сейчас все здесь в грязи. Река перемещает все эти наносы быстрее и эффективнее, чем когда-либо, так что то, что сейчас можно увидеть, является хорошим процессом.

Каскады гидроэлектростанций

Согласно исследованию Цзюнь Ли и др., отложение наносов стало «чрезвычайно ограничивающим фактором для крупных групп водохранилищ». Признавая, что оценить и понять вопросы отложения наносов при проектировании и управлении водохранилищами может быть сложно, авторы говорят, что это тем не менее важно, поскольку совместная работа каскадных водохранилищ не только влияет на эффективность использования конкретного водохранилища, но также может повлиять на:

- границы наносов других водохранилищ в группе
- комплексные преимущества всей системы каскадных водохранилищ

- региональную водно-экологическую среду.

Отложение наносов является ключевым фактором, который следует учитывать при проектировании и мониторинге эксплуатации водохранилищ многолетнего регулирования, и для обеспечения оптимального использования преимуществ каскадных водохранилищ необходимы глубокие исследования.

В своем исследовании Ли и др. рассматривают водохранилище Байхэтань в Китае, которое было построено в рамках второго этапа строительства четырех каскадных электростанций в нижнем течении реки Цзиньшацзян, с первоначальным аккумулярованием воды в апреле 2021 г. Предыдущие исследования по отложениям наносов здесь в основном основывались на использовании прогнозов моделирования на этапе проектирования, а исследований по фактическому отложению наносов было проведено относительно мало. В этом исследовании были использованы богатые данные гидрологических и топографических наблюдений из района водохранилища Байхэтань для анализа характеристик отложение наносов в начальный период с момента его создания.

Результаты показали, что вода в водохранилище, в основном поступала из верхнего русла, а количество наносов, поступающего из основного русла, в десять раз превышало количество наносов, поступающего из притоков и неконтролируемых участков водохранилища. Нестабильная зона подпора, находящаяся под влиянием водохранилища Удундэ, расположенного выше по течению, подверглась незначительной эрозии, а заиление в основном происходило в мертвом объеме водохранилища (ниже 765 м) основного русла и устьев притока в зоне постоянного подпора.

По словам авторов, различия между этими результатами и результатами, полученными на этапе демонстрации водохранилища, указывают на «отсутствие понимания того, как изменение климата, деятельность человека и неконтролируемые зоны повлияют на характер заиления». Для будущих проектов рекомендовано сочетать исследования, направленные на анализ климатических тенденций и всесторонний учет деятельности человека с обширным мониторингом образования наносов и калибровкой параметров модели.

Нерест и наносы

В своем исследовании, посвященном верхнему течению реки Янцзы в Китае, где находится крупнейшая в мире группа каскадных гидроэнергетических проектов, Иньцзюнь Чжоу и др. обсуждают, как такие гидроэнер-

гетические системы могут воздействовать на режимы стока и перенос наносов в реках, в конечном итоге сказывается на нересте рыбы. В предыдущих исследованиях изучалось влияние колебаний течения и температуры воды на нерест; однако недостаточно внимания уделялось их воздействию на перенос наносов.

В этом исследовании анализируются изменения стока и наносов в верхнем течении реки Янцзы за последние 60 лет, а также изучается влияние эксплуатации каскада гидроэлектростанций в 2009–2018 гг. на численность нерестового *Coreius heterodon* в рыбном заповеднике верхнего течения реки Янцзы.

Результаты показывают, что нагрузка и концентрация наносов снизились на 56,8% и 56,6% соответственно. Это, наряду с изменениями в режиме течения, приводит к сокращению нерестового изобилия этого вида рыб. Эти результаты, по словам авторов, имеют решающее значение для оценки долгосрочного воздействия каскадной гидроэнергетики на среду обитания рыб и обеспечивают незаменимую поддержку для устойчивой эксплуатации таких проектов.

Смягчение воздействий

По словам Инверничи и др., потенциал эксплуатации плотин для смягчения их воздействия на динамику наносов при сохранении целевых показателей выработки гидроэлектроэнергии не был изучен. Решив исправить это, они провели исследование, изучая бассейн рек Секонг, Сесан и Срепок (3S), важный приток реки Меконг, протекающей через Камбоджу, Лаосскую Народно-Демократическую Республику и Вьетнам.

За последние два десятилетия было построено более 50 плотин, и для оценки их воздействий и повторной эксплуатации на задерживание и маршрутизацию наносов, авторы разработали интегрированную систему моделирования, сочетающую модели взаимосвязи между гидрологическими процессами, работой плотин и наносами. Их результаты показывают, что бассейн реки 3S потерял около 60% своего годового сброса наносов из-за совокупного воздействия крупнейших плотин гидроэлектростанций. Кроме того, бассейн испытывает ежегодно потерю примерно 0,32% от своего общего объема из-за задержания наносов водохранилищами. Однако малые водохранилища испытывают более выраженное уменьшение емкости, потери достигают до 3% в год. В конечном итоге отложения наносов в водохранилище и последующее уменьшение емкости водохранилища воздействуют на водосброс водохранилища и, следовательно, на производство гидроэлектроэнергии. Несмотря на то, что они минимальны, взаимодей-

стве между гидрологией и динамикой отложения наносов существует и, вероятно, наносы будут аккумулироваться по мере того, как плотины продолжают работать в течение длительного периода времени.

После дальнейшего моделирования их анализ показывает, что рабочее пространство существующей конфигурации водохранилища ограничено, и повторная эксплуатация плотины может лишь незначительно улучшить нагрузку наносов в бассейне рек ЗС. Это подчеркивает важность интеграции стратегий сброса воды из водохранилища с политикой сброса наносов, такие как сработка водохранилища. Г-н Инверници и др. говорят, что при рассмотрении таких мер компромисс между выработкой гидроэлектроэнергии и сбросными нагрузками наносов был бы более выраженным. Следовательно, повторная эксплуатация плотин могла бы сыграть более существенную роль в смягчении потерь производства гидроэлектроэнергии.

Ситуация во Вьетнаме

Бассейн реки Ву Гиа Тху Бон (ВГТБ) во Вьетнаме занимает четвертое место в стране по гидроэнергетическому потенциалу, но сталкивается с трудностями в поддержании вопросов водообеспечения и контроля проникновения соленой воды. В свою очередь, это становится проблемой для бытового и сельскохозяйственного водообеспечения местного населения.

Исследование Бон Куанга и др., опубликованного в «Scientific Reports» объясняет, что развитие гидроэнергетики в регионе стало центральной темой для обсуждения и высветило сложности управления водными ресурсами. Их выводы показывают, что строительство плотин, добыча песка и изменения в землепользовании являются основными факторами, ответственными за снижение расхода стока и морфодинамические изменения наносов, которые приводят к разрезу русла реки и вторжению соленой воды в последние годы.

Авторы предупреждают, что будущая возросшая урбанизация в исследуемой области будет сопровождаться ростом спроса на водообеспечение и будет еще больше усугубляться во время засухи. Их выводы предоставляют научную основу для политиков и лиц, принимающих решения, для разработки и внедрения эффективного и комплексного подхода к управлению водными ресурсами в речных бассейнах для обеспечения устойчивого будущего развития.

По заключению авторов, бассейн реки Ву Гиа Тху Бон соединен сложной речной сетью, поэтому для детального изучения бассейна, особенно под воздействием изменения климата и антропогенной деятельно-

сти, необходимо собрать данные и создать полную гидро-седиментоморфодинамическую модель. Тем самым можно будет полностью понять влияние каскадных плотин, добычи песка и отвода стока, баланс наносов и морфологические изменения.

Ядовитая глобальная водная политика⁸

Воры воды приходят ночью. Они приезжают на грузовиках, выкачивают воду из оросительных каналов и уезжают. Это приводит в ярость Алехандро Менесеса, владельца большой овощной фермы в Кокимбо, засушливой провинции Чили. Теоретически его землевладение дает ему право орошать свои поля речной водой из расчета 40 л/с. По его словам, из-за засухи, усугубленной воровством, он может получить лишь десятую часть этого объема, о чем ему приходится договариваться с соседями. Если цены на продукты питания возрастут из-за того, что фермеры вроде него не смогут выращивать достаточный объем сельхоз продукции, «возникнет большая социальная проблема».

По словам Чарли Исланда из аналитического центра Института мировых ресурсов (WRI), проблемы с водой в мире можно выразить шестью словами: «слишком мало, слишком много, слишком грязно. Изменение климата только усугубит эти проблемы. Уже сейчас примерно половина человечества живет в условиях «высокого дефицита воды», по крайней мере, один месяц в году.

Адаптация потребует не только новых технологий, но и новой политики. Деревни, регионы и страны должны будут сотрудничать, чтобы распределять дефицитную воду и строить защитные сооружения от наводнений. Потребности фермеров, использующих 70 % пресной воды в мире, должны быть сбалансированы с потребностями горожан, которых они кормят, а также промышленности. Одним словом, необходима политика доверия, взаимовыручки и долгосрочного планирования. Однако распространение демагогии по принципу «они и мы» усложняет эту задачу. В глобальном исследовании Йенса Марквардта и Маркуса Ледерера из

⁸ Источник: The poisonous global politics of water // <https://www.economist.com/international/2024/08/26/the-poisonous-global-politics-of-water> Опубликовано 26.08.2024

Дармштадтского университета отмечается, что популисты разжигают гнев, сеют недоверие к науке и отвергают климатическую политику как программу либеральной элиты.

Около 97 % воды на Земле находится в соленом океане; жизнь на суше, в озерах и реках зависит от оставшихся 3 %. Хотя количество воды на планете остается неизменным, непрерывные процессы, которые ее перемещают меняются. Круговорот воды состоит из головокругительного количества процессов, многие из которых нелинейны и действуют в разных временных масштабах и на разных территориях. В конечном итоге все они обусловлены энергией солнца, что приводит к испарению морской воды, транспирации у растений, а также непропорционально нагревая тропики, приводит в действие океанические течения и метеорологические условия.

Глобальное потепление изменяет поведение воды. Оно усиливает круговорот воды, увеличивая интенсивность как очень влажных, так и очень сухих явлений. Более теплый воздух способен удерживать больше влаги, которая также быстрее испаряется из более теплых океанов. Больше влаги в атмосфере означает, что больше ее может выпасть в виде дождя или снега. Это повышает вероятность более сильных ливней во влажных регионах. Это, в свою очередь, означает, что в более засушливых местах остается меньше потенциальных осадков. Там сухой воздух с большей вероятностью будет поглощать влагу из почвы, продлевая и усугубляя засухи.

По подсчетам ООН, в период с 2002 по 2021 гг. от наводнений пострадали около 1,6 млрд человек, погибли почти 100 000 человек, а экономический ущерб составил более \$830 млрд. От засух за тот же период пострадали 1,4 млрд человек, погибло более 20 тыс. человек, а экономический ущерб составил \$170 млрд. Предложение пресной воды на человека в мире, которое может быть устойчиво использовано, неуклонно снижается (см. диаграмму), и ожидается, что в ближайшие десятилетия оно будет снижаться особенно быстро в Африке.

В Чили ситуация с водой, где ее «слишком мало» превращается в кризис и политики пока не могут найти решение проблемы. Это страна с самым большим дефицитом воды в Южной Америке. По словам Джессики Лопас, министр общественных работ, сейчас в столице Сантьяго все в порядке, но через десять лет этого может и не быть.

На протяжении веков чилийцы, которым нужна была вода, просто брали ее из ручьев и рек или копали колодцы для откачки грунтовых вод. Однако по мере того, как отдельные территории страны становятся засушливыми, правила, написанные во времена с более влажным климатом, все больше устаревают. Ожесточенное недоверие между левыми и правыми –

в стране, где в последние годы проходят массовые протесты, – затрудняет их пересмотр.

Консервативные правительства предоставили многим землевладельцам «права на воду», разрешив им выкачивать щедрый объем воды каждый день бесплатно и на бессрочной основе. Сегодня общий объем предоставляемых прав на воду значительно превышает имеющийся устойчивый объем для выкачки. Поэтому фермерам, подобным мистеру Менесесу, приходится садиться за стол переговоров с местной ассоциацией водопользователей и договариваться о том, сколько каждый может выкачивать воду. Однако некоторые люди жульничают, устанавливая незаконные скважины. Напряжение между крупными и мелкими фермерами, а также с сельскими жителями очень велико. Эрика Диас, жительница деревни, нуждающаяся в помощи, пользуется услугами водовозов, повторно используя воду от мытья посуды на свои грядки. Она говорит, что жителей деревень окружают фермы с незаконными скважинами, и поэтому у них нет воды.

Консервативные чилийские землевладельцы считают «права на воду» естественной частью прав собственности. Однако права водопользования отделены от права землевладения. Дом не должен посягать на соседний, но колодец истощает подземные воды для всех. Предоставление прав на воду в фиксированном объеме на бессрочной основе – это безумие.

Тем временем чилийские левые продвигают идею о том, что вода — это право человека. В проекте конституции, поддержанном нынешним правительством, но отвергнутом избирателями в 2022 г., «вода» упоминается 71 раз, подтверждая право каждого человека на нее, особенно если он беден или принадлежит к коренному населению, но не давая никаких указаний на то, как это право может быть реализовано.

На встрече мелких фермеров в Пунитаки, городке на севере Чили, можно увидеть хитросплетения водной политики. Все согласны с тем, что воды не хватает. Некоторые фермеры жалуются, что крупные компании забирают себе несправедливую долю. Другие жалуются на широко распространенную преступность – в частности, инспектору по водоснабжению угрожают расправой. Эксперт показывает, как использовать ультразвук для обнаружения утечек, которые встречаются довольно часто. Однако многие фермеры в зале признаются, что даже не знают, где проложены их местные трубы.

С одной стороны, воды в Чили предостаточно: на западе находится Тихий океан. Однако получение разрешения на строительство опреснительной установки может занять более десяти лет. Проблемы носят скорее политический, чем технический характер. Чтобы получить разрешение на использование участка береговой линии под завод, компания должна подать заявку в министерство обороны – на это уходит три-четыре года. Со-

вет по археологическим памятникам должен убедиться в том, что не будет нанесен ущерб культурным ценностям. На это может уйти еще три-четыре года. А еще транспортировка воды – все это является бюрократическим водоворотом.

Чили необходимо логически подойти к вопросу о воде, считает Ульрике Брошек из аналитического центра «Fundación Chile». Опреснение воды полезно, но, если не использовать возобновляемые источники энергии, оно вредно для климата. По одной из оценок, к 2025 г. глобальные выбросы от опреснения воды могут сравниться со всеми выбросами Великобритании.

В Чили планируется добиться больших и более дешевых результатов. Фермы, на которые приходится 4/5 всего водопотребления, могли бы больше использовать капельное орошение и гидропонику. Если бы фермеры платили за воду напрямую, они бы использовали ее более эффективно. В городах вместо того, чтобы повсеместно укладывать тротуары на водонепроницаемой основе, можно было бы использовать «дождевые сады» для сбора дождевой воды и пополнения запасов грунтовых вод. И правила должны быть проще: 56 государственных органов регулируют воду, а общего координатора нет, жалуется г-жа Брошек.

Г-жа Лопес, по крайней мере, предлагает обнадеживающий прагматичный взгляд. Она обещает, что готовящийся законопроект ускорит выдачу разрешений на опреснение воды, и будет построено больше водохозяйственной инфраструктуры. В более широком смысле она утверждает, что вода «должна иметь соответствующую цену».

В других странах разумное ценообразование на воду встречается так же редко, как и необходимо. Даже там, где оно доказало свою эффективность, оно может быть политически чревато. Возьмем Австралию, еще одну засушливую страну, где фермеры используют больше воды, чем все остальные вместе взятые. В 2012 г. федеральные власти и власти штатов выработали соглашение об экономии воды в бассейне Муррей-Дарлинг, крупнейшей в Австралии системе взаимосвязанных рек. Оно опиралось на существующую схему, позволяющую фермерам покупать или продавать права на воду. Цель заключалась в том, чтобы сэкономить 3 200 гигалитров (гл) к 2024 г. либо путем «выкупа» прав у фермеров, либо путем инвестирования в проекты, которые позволят сэкономить эквивалентное количество воды, например, более эффективные системы орошения.

Австралия сберегла около 2130 гл воды, что составляет более 20 % от того, что потреблялось ранее. При этом объем сельскохозяйственной продукции увеличился. Очень помогает то, что страна богата. Правительство вложило в экономию воды 13 млрд австралийских долларов (\$8,8 млрд). Системы измерения водопотребления очень сложны. Когда

Малкольму Холму, фермеру, занимающегося разведением молочного скота, нужно оросить пастбища, он заказывает воду через Интернет. Датчики измеряют объем. Шлюзы поднимаются, и вода течет тонкой струйкой на его поля. Эта система поддерживает 1200 голов крупного рогатого скота.

Однако почти все недовольны. Экологи говорят, что цели должны быть более амбициозными. Фермеры говорят, что они слишком строги. Никого не заставляют продавать свою воду правительству, но поскольку многие так поступают, система уменьшает общий объем воды, доступный для продажи в целях орошения. Это одна из причин, по которой цены на воду выросли за последнее десятилетие. В этом и смысл: повышение цен стимулирует экономию. Однако они также угрожают средствам к существованию в сельской местности. В сельских районах Нового Южного Уэльса вспыхнули протесты. По словам Линды Фоунс, члена совета небольшого городка Дениликин, дошкольные учреждения с трудом набирают детей. В футбольных клубах не хватает игроков. Джеми Таскер, местный механик, утверждает, что правительство «сеет панику» по поводу окружающей среды и вытесняет ирригацию, чтобы укрепить голоса горожан.

Почти девять из десяти австралийцев живут в городах, и политики, конечно, не хотят, чтобы их краны пересыхали. Однако приоритеты меняются по мере того, как партии сменяют друг друга у власти. (Консервативная) либеральная партия Австралии, которая больше поддерживает фермеров и не желает делать многое для борьбы с изменением климата, прекратила обратно выкупать воду. Лейбористская партия, находящаяся у власти с 2022 г., возобновила обратный выкуп воды.

Обвинения в воровстве воды многочисленны. В прошлом году один фермер был оштрафован всего на 150 000 австралийских долларов за незаконный захват подземных вод на сумму 1,1 млн австралийских долларов. Роберт Макбрайд, управляющий овцеводческим хозяйством в глубинке села жалуется, что воровство стало бизнес-моделью, потому что штрафы не соответствуют преступлению.

План по управлению бассейном Мюррей-Дарлинг должен быть пересмотрен в 2026 г. По мере усиления засухи правительство должно обратно выкупать все больше воды, повышая тем самым цены на нее и выводя из бизнеса наименее водоеффективных ферм. Это не пройдет гладко.

От конфликта к компромиссу

Если в благополучных и стабильных странах, таких как Австралия и Чили, политика в области водных ресурсов является деликатной, то в бо-

лее бедных странах она взрывоопасна. Изменение климата, похоже, делает погоду во многих из них более неустойчивой, например, усиливая изменчивость, присущую Эль-Ниньо – Южному колебанию, глобальному фактору муссонов и их дождей.

В апреле и мае наводнения в Кении были самыми сильными за всю историю страны. Были разрушены мосты, школы и железные дороги. Погибло около 300 человек. После нескольких лет засухи правительство было застигнуто врасплох, говорит Кеннеди Одеде из SHOFCO, благотворительной организации, обслуживающей трущобы Найроби. Когда начался дождь, люди были счастливы. Никто не ожидал, что дождя будет очень много.

Правительство должно было быть лучше информировано. Постоянная засуха создает условия для наводнений, поскольку почва затвердевает и воде некуда деваться, кроме как в сторону. Президент Кении Уильям Рутто в прошлом году проигнорировал предупреждения о надвигающихся наводнениях.

Беннина Назау, продавщица овощного ларька в Матаре, трущобах Найроби, вспоминает, как дождь стучал по ее жестяной крыше в пять часов вечера 23 апреля. Когда она выглянула наружу, то увидела столы и стулья, которые захлестнула близлежащая река. К часу ночи вода хлынула в ее дом. Она схватила своих пятерых детей и вывела их на возвышенность, не имея возможности спасти хоть какое-то имущество. Это была жизнь или смерть, вспоминает она. Соседей унесло потоком воды.

Дисфункция политической системы делает города менее устойчивыми. Правила, запрещающие строительство домов в опасной близости от реки, как, например, дом г-жи Назау, который находился всего в шести метрах, игнорируются. Землевладельцы подкупают чиновников, чтобы те не обращали внимания на нарушение правил застройки. Строители засыпают заболоченные участки.

Если проблема дефицита воды имеет очевидное решение – повышение цен, то у проблемы избытка воды – решения нет. Необходимо строить защитные сооружения от наводнений и отговаривать людей от проживания в самых рискованных местах. Однако где и как? Правительство Кении спонсирует высадку деревьев вдоль берегов рек Найроби, чтобы помочь сдержать будущие наводнения. В городе введен мораторий на выдачу новых разрешений на строительство. Чиновники выселяют людей из домов, построенных на расстоянии 30 или менее метров от берега реки, и разрушают здания. В наиболее пострадавшей части Матаре остались лишь обломки и вонь нечистот. Каждой семье предложили компенсацию в размере 10 000 шиллингов (\$77,60).

Однако многие жители сопротивляются. Некоторые до сих пор живут в лачугах у реки, отказываясь уезжать. Другие хотят получить большую компенсацию. Многие не доверяют правительству, которое многие считают коррумпированным. Некоторые кенийцы считают, что политики намеренно вызвали наводнение, чтобы проложить путь к расчистке трущоб, которая последовала за ним. Вера в такие надуманные теории заговора делает сотрудничество между государством и гражданами менее вероятным.

Ссоры из-за воды могут обернуться насилием. Партнерство «Вода, мир и безопасность», глобальная организация, анализирует данные, чтобы предсказать конфликты, связанные с водой. В последнем июньском обновленном отчете отмечается, что пастухи и фермеры по всему Сахелю сражаются из-за дефицита воды. Ожидаются стычки из-за засухи в Южной Африке, на Мадагаскаре и в Мозамбике, а наводнения в Иране и Афганистане привели к перемещению населения в районы, где ему могут быть не рады.

Напряженность в отношениях между государствами – тоже обычное явление. По мере того, как реки становятся все более неустойчивыми, переговоры между странами, расположенными ниже по течению, и странами, расположенными выше по течению, могут стать еще более напряженными. Страны с засушливым климатом (такие как Китай и страны Персидского залива) скупают сельскохозяйственные угодья в Африке и Америке, чтобы обеспечить себя продовольствием в будущем. По сути, они импортируют огромное количество воды в виде пшеницы и соевых бобов. Это может стать очагом политической напряженности.

Войны за воду между государствами, к счастью, редки. Однако Египет негодует по поводу эфиопской плотины, которая может нарушить его доступ к реке Нил, из которой он получает 9/10 части своей воды. Переговоры о вопросах водodelения все время срываются. Египетские чиновники намекают, что могут начать войну. Возможно, они блефуют, но никто не может быть в этом уверен.

Чтобы избежать войн за воду, странам необходимо более эффективно ее использовать (Египет тратит ее впустую) и более дружелюбно вести переговоры. В обеих областях предстоит проделать большую работу. По оценкам Всемирного банка, мир тратит на воду примерно 0,5 % ВВП, но 28 % выделенных государственных средств остаются неизрасходованными, а «потери эффективности» (утечки и воровство) у типичного предприятия водоснабжения составляют около 16 %. Что касается мирных переговоров, то в трех пятых из 310 международных речных бассейнов мира отсутствуют механизмы для регулирования споров.

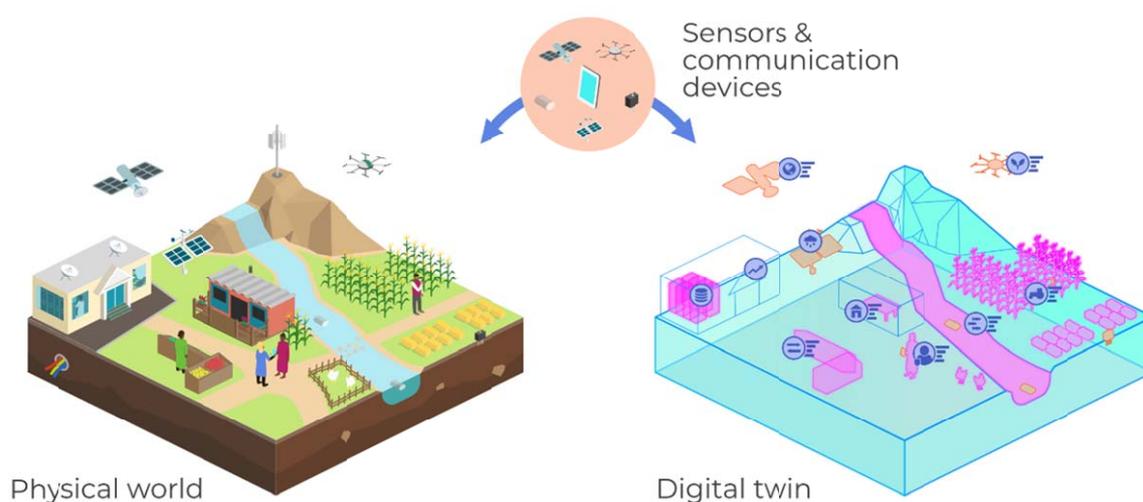
Еще один момент, осложняющий политику в области водных ресурсов, заключается в том, что многие люди – например, те, чьи дома слишком дорого защищать от наводнений, или те, чьи посевы завяли, – в конечном итоге будут вынуждены переехать. Чилийские виноградники уже перемещаются на юг. Число малонаселенных городов сократится. Африканцы и азиаты, чьи территории пострадали от наводнений будут продолжать мигрировать в города или за границу.

Богатые страны могут помочь выплатить компенсацию тем, чьи дома и поля пришли в негодность, но этот процесс повсеместно будет разрушительным. Тем не менее, он должен быть управляемым. По оценкам Института мировых ресурсов, решение водного кризиса в мире обойдется в 1% ВВП в год до 2030 г., а каждый \$1, вложенный в разумные способы решения проблемы, принесет \$6,80 выгоды. Однако правильная политика потребует спокойного, совместного руководства, опровергающее высказывание, приписываемое, возможно, ошибочно, Марку Твену: «Виски – для выпивки, вода – для боя».

Азия

Могут ли цифровые двойники помочь в управлении речными бассейнами в развивающихся странах?⁹

Речные бассейны являются жизненно важными источниками воды, продовольствия и средств к существованию для миллионов людей, но они также сталкиваются с многочисленными проблемами, такими как изменение климата, загрязнение, деградация земель и утрата биоразнообразия. Обоснованное принятие решений имеет решающее значение для устойчивого управления трансграничными речными бассейнами, обеспечивая справедливое вододеление, смягчая конфликты и способствуя долгосрочному сотрудничеству. В сложной и динамичной среде трансграничных речных бассейнов, традиционные методы сбора данных часто оказываются неэффективными. Именно здесь цифровой двойник (digital twin) для речных бассейнов – цифровое представление всего бассейна, охватывающее широкие тематические области сыграет важную роль в преодолении разрыва между данными и обоснованным принятием решений.



⁹ Источник: Can digital twins help river basin management in developing countries? // <https://www.iwmi.cgiar.org/blogs/can-digital-twins-help-river-basin-management-in-developing-countries/> Опубликовано 27.06.2024

В недавнем рабочем документе Международного института управления водными ресурсами (ИВМИ), подготовленном в рамках Инициативы «CGIAR» по цифровым инновациям, рассматривается потенциал цифровых двойников для управления речными бассейнами в развивающихся странах. В отчете подчеркиваются преимущества и проблемы внедрения цифровых двойников для управления водными ресурсами в контексте речных бассейнов.

Преимущества цифровых двойников для управления речными бассейнами

- Беспроблемная интеграция различных источников данных, включая измерения датчиков в режиме реального времени, исторические данные и спутниковые снимки для содействия расширенной аналитике и целостного понимания динамики бассейна.
- Улучшение мониторинга и прогнозирования гидрологических процессов и экстремальных явлений, таких как наводнения и засухи, с использованием методов искусственного интеллекта, таких как машинное обучение и нейронные сети.
- Улучшенная визуализация и взаимодействие с системой цифровых двойников речного бассейна с использованием технологий погружения, таких как виртуальная реальность и трехмерная графика.
- Канал для совместного принятия решений и укрепления взаимодействия многих заинтересованных сторон, который может способствовать прозрачной коммуникации и выработке справедливых решений, учитывающих потребности и интересы всех сторон, участвующих в управлении водными ресурсами.
- Оптимизация затрат и снижение рисков в процессах принятия решений с использованием облачных технологий и стандартов, а также внедрение надежных структур управления, обеспечивающих совместимость и прозрачный доступ к единому источнику проверенных данных и аналитических сведений для всей экосистемы, окружающей речной бассейн.
- Потенциал для изучения полного спектра возможностей поддерживаемых цифровыми двойниками: улучшенный мониторинг с помощью сенсорных данных, поступающих и обрабатываемых базовой цифровой моделью речного бассейна; способность выполнять моделирование и прогнозирование на основе автоматизированного получения данных в режиме, близком к реальному времени; автоматизи-

рованные контуры обратной связи с физическим миром с оперативными оповещениями, сообщениями и данными; или даже автоматизированные команды, отправляемые на исполнительные механизмы в существующих механических и электрических компонентах экосистемы речного бассейна.

Проблемы цифровых двойников для управления речными бассейнами

- Доступность и качество данных, особенно в отдаленных и сельских районах, где датчики и сети редки или ненадежны.
- Взаимодействие и интеграция данных, особенно между различными источниками, форматами и масштабами данных. Цифровые двойники должны быть беспрепятственно интегрированы с существующими системами управления данными, операционными инструментами и платформами поддержки принятия решений, используемыми водохозяйственными организациями, чтобы избежать информационной изоляции.
- Безопасность данных и конфиденциальность, особенно при работе с конфиденциальными и личными данными пользователей и сообществ. Надежные меры кибербезопасности имеют решающее значение для защиты конфиденциальных данных и предотвращения несанкционированного доступа.
- Этика и справедливость данных, особенно при обеспечении справедливого и инклюзивного распределения преимуществ и воздействий цифровых двойников. Развертывание и поддержка цифрового двойника требуют надежной технологической инфраструктуры, включая высокоскоростные сети связи, решения по надежным системам хранения данных и мощные вычислительные ресурсы. Кроме того, заинтересованным сторонам требуется обучение и наращивание потенциала для эффективного использования цифрового двойника для принятия решений.
- Для обеспечения долгосрочного функционирования и надежности решения, особенно в развивающихся странах, ресурсы которых могут быть ограничены, необходимы устойчивые механизмы финансирования.
- Эффективная концепция управления имеет решающее значение для установления четких ролей и обязанностей в плане управления и обновления цифрового двойника как сетевой системы, совместно ис-

пользуемой несколькими прибрежными странами в трансграничных бассейнах.

- Формирование общественного доверия к цифровому двойнику имеет решающее значение для его широкого и успешного внедрения. Эффективные стратегии коммуникации и прозрачный обмен информацией необходимы для решения общественных проблем и обеспечения чувства сопричастности и вовлеченности.
- Существующие правовые и нормативные рамки речных бассейнов необходимо адаптировать для использования цифровых двойников в контексте трансграничных речных бассейнов. Это включает решение вопросов, связанных с обменом данными, собственностью, принятием решений, ответственностью и правами интеллектуальной собственности.

Что означают цифровые двойники для глобального Юга?

Технология цифровых двойников зарекомендовала себя на глобальном севере, хотя примеры управления речными бассейнами весьма ограничены и реализованы не полностью. В докладе ИВМИ освещаются некоторые из наиболее продвинутых реализаций. Однако в развивающихся странах внедрение таких платформ может быть сложным, если отсутствуют надежные информационные технологии и коммуникационные инфраструктуры, которые могли бы предоставлять более точные, подробные и своевременные данные для принятия решений. Однако решение проблемы быстро находится благодаря все более совершенным данным наблюдения за Землей, которые охватывают все уголки земного шара.

По мере того, как технологии становятся более доступными, а сообщества получают больше доступа к мобильным телефонам, использование гражданской науки вскоре станет все более значимым. Люди в развивающихся странах при поддержке искусственного интеллекта (ИИ) будут играть жизненно важную роль в эффективном информировании о своих основных потребностях в воде правительствам стран на территории бассейна.

Роль ИИ и компьютерного моделирования в управлении водными ресурсами

Применение ИИ в существующих моделях, начиная от гидрологического моделирования, моделей прогнозирования наводнений и засух с ис-

пользованием методов машинного обучения (ML) и заканчивая такими сложными инструментами, как «PROBFLO» для управления экологическим стоком, помогает поддерживать водные экосистемы, учитывая при этом потребности общества. ИИ также может сыграть ключевую роль в мониторинге и прогнозировании качества воды, используя алгоритмы машинного обучения для выявления аномалий, предотвращения потенциального загрязнения и прогнозирования распределения ресурсов в сетях. Кроме того, картографирование сельскохозяйственных культур и водных объектов с помощью ИИ не только позволит проводить точные оценки, но и будет способствовать принятию обоснованных решений в области сельского хозяйства и охраны окружающей среды. Методы ИИ могут способствовать оптимизации управления речными бассейнами путем анализа различных массивов данных, прогнозирования спроса и разработки эффективных стратегий справедливого распределения воды, все это крайне важные аспекты в условиях обострения глобальных проблем с водой.

Воздействие цифровых двойников на политику

Цифровые двойники обладают огромным потенциалом для борьбы с изменением климата, однако ответственное управление имеет первостепенное значение. Надежная политика должна быть направлена на обеспечение конфиденциальности, безопасности и равноправного доступа к данным. Этичные методы работы с данными, стандартизированные платформы и поддержка в наращивании потенциала имеют решающее значение для обеспечения инклюзивности. Кроме того, надежная концепция управления для ИИ и прозрачное взаимодействие с общественностью способствуют доверию и ответственному принятию решений. По словам главного научного сотрудника ИВМИ Гирираджа Амарнатха, инновационные решения и ответственное управление могут проложить путь к решению сложных проблем водной безопасности. Вдумчиво изучив эти вопросы, мы сможем использовать возможности цифровых двойников для создания более устойчивого будущего для всех.

Следующий этап

ИВМИ поставил перед собой амбициозную задачу на 2024 г., направленную на реализацию первого прототипа цифрового двойника для речного бассейна реки Лимпопо в сотрудничестве с Комиссией по водотоку Лимпопо (LIMCOM) при первоначальном финансировании со стороны Инициативы «CGIAR» по цифровым инновациям.

Сопоставление управления трансграничными водами Китая и Индии: анализ международного права¹⁰

Китай и Индия являются, пожалуй, наиболее важными бассейновыми государствами Азии, разделяя важные трансграничные водные ресурсы с 17 другими прибрежными государствами, включая друг друга. Патриция Воутерс и Дэвид Девлеминк объясняют свои подходы к управлению трансграничными водами в рамках международного права.

Китай и Индия являются наиболее важными бассейновыми государствами в Азии, разделяя многочисленные трансграничные поверхностные и подземные воды с 17 прибрежными государствами в регионе. Если Китай расположен по большей части в верхнем течении, то Индия охватывает верхнее, среднее и нижнее течения.

Трансграничные воды обязательно регулируются международным правом, которое включает в себя глобальные водные конвенции, региональные, многосторонние, двусторонние договоры и документы, не имеющие обязательной силы.

Хотя два государства имеют важные соглашения о сотрудничестве со своими соседями, существуют проблемы в вопросах этого сотрудничества. Однако каждое государство имеет свои уникальные подходы, которые используются в отношении других прибрежных соседей. В связи с этим в данной статье проводится сравнительный анализ подходов к управлению трансграничными водами Китая и Индии, в ходе которого выявляются сходства и различия.

Китай заключил ряд договоров со своими соседями на северо-востоке и западе, а на юге, в частности на реке Ланьцан-Меконг, использует преимущественно документы, не имеющие обязательной силы и практику. Индия имеет обязательные соглашения со всеми своими соседями, многие из которых являются соглашениями по конкретным проектам. Несмотря на то, что оба государства не поддержали принятие Конвенции о праве несудоходных видов использования международных водотоков (Конвенция по водотокам) на Генеральной Ассамблее ООН в 1997 г. – Ки-

¹⁰ Источник: Comparing China and India's Transboundary Water Governance: Insights from international law // <https://www.globalwaterforum.org/2024/06/27/comparing-china-and-indias-transboundary-water-governance-insights-from-international-law/> Опубликовано 27.06.2024

тай голосовал против, а Индия воздержалась, – их соглашения и документы, не имеющие обязательной силы, отражают ключевые правовые элементы соглашений по трансграничным водам, включая положения о сфере применения, материально-правовые нормы, процессуальные нормы, институциональные механизмы и урегулирование споров.

Сфера применения: Положения о сфере применения говорят о том, к каким водам и каким государствам-участникам применяется соглашение. Конвенция о водотоках применяется к «использованию международных водотоков и их вод в иных, чем судоходство, целях и к мерам защиты, сохранения и управления при таком использовании этих водотоков», определяемых как «система поверхностных и грунтовых вод, составляющих в силу своей физической взаимосвязи единое целое и обычно имеющих общее окончание», пересекающая государственную границу. В то время как в договорах Китая используются такие термины, как «трансграничные воды» или «трансграничные реки», в договорах Индии применяется подход, определяющий конкретные трансграничные воды, а затем предусматривающий различные права и обязанности.

Материальные нормы: что касается материальных норм – тех, которые регулируют использование общих пресных вод, – то Конвенция о водотоках включает принцип справедливого и разумного использования, согласно которому все государства имеют право на использование и обязаны делать это справедливым и разумным образом, а также обязательство проявлять должную осмотрительность для предотвращения нанесения значительного вреда. Договоры обоих государств включают эти основные правила, но с разными подходами. Если в договорах Китая используется широкая и расплывчатая терминология, то договоры Индии предусматривают конкретное распределение водных ресурсов. Хотя некоторые китайские договоры включают обязательство проявлять должную осмотрительность для предотвращения нанесения значительного вреда, в них, как правило, используются как взаимные (касающиеся вреда для обеих сторон), так и невзаимные (касающиеся вреда, который в основном причиняется нижнему течению) формулировки. Однако договоры Индии не ссылаются на это обязательство, но устанавливают предписанные действия.

Процессуальные нормы: Процессуальные нормы включают в себя нормативные положения, обязательные для исполнения государствами-участниками. Конвенция о водотоках включает положения, касающиеся регулярного обмена информацией, предварительного уведомления о планируемых мерах и консультаций. В договорах Китая и Индии большое внимание уделяется обмену информацией, при этом предварительное уведомление о планируемых мерах упоминается редко или не упоминается вовсе. Если в договорах Китая консультации не упоминаются в качестве

процессуальной нормы, то в договорах Индии они упоминаются, но только в связи с конкретными проектами.

Институциональные механизмы: Конвенция о водотоках рекомендует государствам создавать совместные институты, которые могут выступать в качестве центра сотрудничества по трансграничным водотокам. Оба государства имеют опыт создания механизмов со своими соседями: Китай создал четыре механизма на основании договора и одно из них – Ланканг-Меконгское сотрудничество, используя документ, не имеющий обязательной силы. Индия имеет четыре механизма, которые были созданы на основании договора, и они играют важную роль в оперативном управлении их общими трансграничными водами.

Урегулирование споров: существует общая обязанность мирно управлять трансграничными водотоками. Конвенция о водотоках предусматривает ряд дипломатических и судебных методов, включая обязательное установление фактов. Элемент урегулирования споров является одной из областей, в которой практика этих двух государств различается в договорных положениях. В то время как Китай не включает обязательные методы урегулирования споров в свои договоры, предпочитая консультации, Индия осуществляет урегулирование споров третьей стороной через созданные совместные механизмы, а также арбитраж, который неоднократно использовался в отношении Инда.

Китай и Индия заключили ряд соглашений, включая документы, не имеющие обязательной силы со своими соседями, но соглашения по водным ресурсам между ними ограничены. Однако у них есть ряд соглашений и документы, не имеющие обязательной силы, которые формируют основу сотрудничества, обязывая их сотрудничать по вопросам окружающей среды, подтверждать Пять принципов мирного сосуществования как основы их отношений, а также обновлять/возобновлять сотрудничество между ними.

Более того, между ними существует ряд соглашений об обмене информацией, обязывающих Китай делиться информацией по верхнему течению. Некоторые из этих соглашений требуют от Индии выплат для покрытия расходов, связанных с предоставлением этих данных. Тем не менее, между Китаем и Индией нет соглашений по трансграничным водам, несмотря на наличие общих крупных водотоков. Это стало источником напряженности в отношениях между двумя странами.

Сотрудничество между этими двумя важными бассейновыми странами будет способствовать миру и безопасности в регионе, особенно учитывая значение их общих трансграничных водотоков. Наше исследование помогло выявить сходства и различия в подходах Китая и Индии к соглашениям и практике использования водотоков.

Хотя некоторые называют двусторонний договор между Китаем и Индией «неудачной затеей», это стремление может оставаться долгосрочной целью, опираясь на существующую двустороннюю практику. Документы, не имеющие обязательной силы, могут оказаться полезными, предлагая пространство для нарастающего институционального и нормативного сотрудничества и совместной практики.

Независимо от формы, трансграничное водное сотрудничество между Китаем и Индией имеет проблемы по целому ряду направлений: спорная граница, стремление к развитию гидроэнергетики в бассейне Ялу-зангбу-Брахмапутра и усиление колебаний стока в связи с изменением климата. Обмен информацией между этими двумя государствами поможет им в укреплении доверия, но продуктивным способом продвижения вперед может стать больший акцент на практике должной осмотрительности, в применении которой оба государства имеют опыт. Сотрудничество между этими двумя прибрежными странами может развиваться на основе существующей практики использования трансграничных вод, рассмотренной в этой статье.

Почему дефицит воды угрожает национальной безопасности Казахстана?¹¹

Ксения Безкоровайная

Почти в каждом третьем регионе Казахстана наблюдается дефицит воды. И будет только хуже: изменение климата и активная хозяйственная деятельность человека ведут к истощению речных ресурсов. Разбираемся, как дефицит воды перерастает в угрозу национальной безопасности и можно ли устранить нехватку влаги.

¹¹ Источник: <https://cabar.asia/ru/pochemu-defitsit-vody-ugrozhaet-natsionalnoj-bezopasnosti-kazahstana> Опубликовано 4.09.2024

Чем не богаты

Институт географии и водной безопасности Министерства науки и высшего образования РК оценивает общие ресурсы годового речного стока Казахстана в 102,3 куб. км*.

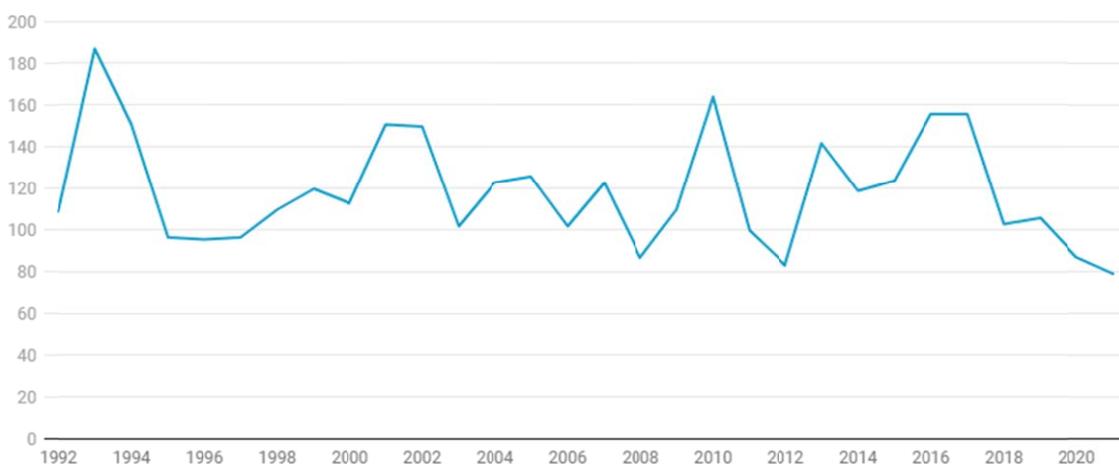
Заметим, что именно речной сток (количество воды, которое образуется в русле реки за год), в первую очередь составляет показатель объема запасов пресной воды.

Эта оценка — не что иное, как среднее значение за период с 1974 по 2015 год.

Дело в том, что данные о речном стоке за любой отдельно взятый год сами по себе малоинформативны. А все из-за того, что показатель сильно колеблется во времени: бывают маловодные, средние по водности и многоводные годы.

Годовой речной сток по всем водохозяйственным бассейнам Казахстана, куб. км

Показатель сильно колеблется во времени: бывают маловодные, средние по водности и многоводные годы



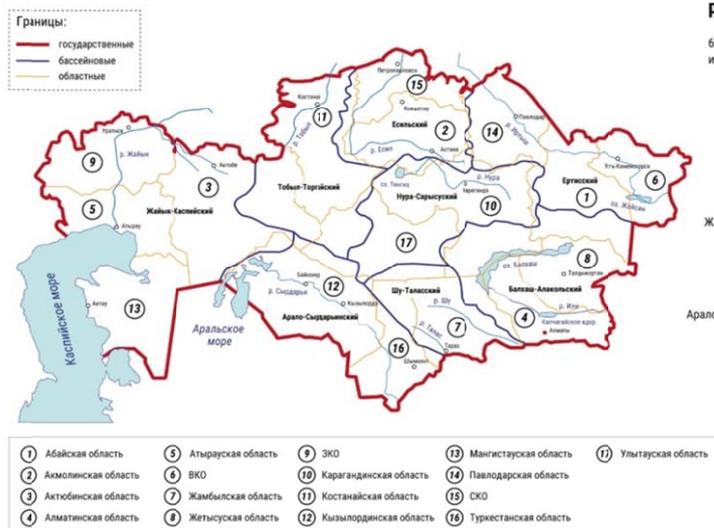
В сравнении со многими странами Казахстан хуже обеспечен ресурсами речного стока. По оценке из World Factbook Центрального разведуправления США, сделанной в 2020 году, республика занимала 66 место из 185 по этому показателю. Ограниченность водных ресурсов связана с резко континентальным климатом, характерные черты которого — малое количество осадков и жаркое лето.

Речной сток формируется и используется в пределах водохозяйственных бассейнов (ВХБ). Всего в Казахстане насчитывается восемь ВХБ, названных по входящим в их состав крупным рекам и водоемам. Проблема заключается в том, что общие ресурсы речного стока распределены между бассейнами крайне неравномерно.

61% суммарных объемов сосредоточен преимущественно на востоке и юго-востоке страны, в Ертисском и Балхаш-Алакольском бассейнах. На юге ситуация выглядит так: Арало-Сырдарьинский бассейн обеспечивает 18% всего стока, тогда как Шу-Таласский – 4%. На западе, в Жайык-Каспийском бассейне, формируется лишь 11%.

Хуже всего обстоят дела на севере и центре. На Есильский, Тобыл-Торгайский и Нура-Сарысуский бассейны, расположенные в этих частях Казахстана, приходится всего 6% совокупных запасов, показывают расчеты Института географии и водной безопасности РК.

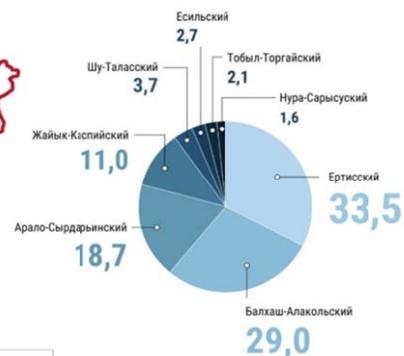
Водохозяйственные бассейны Республики Казахстан



Источник: Институт географии и водной безопасности Министерства науки и образования РК

Современная оценка среднемноголетних ресурсов речного стока, км³

61% суммарных объемов сосредоточено преимущественно на востоке и юго-востоке страны, в Ертисском и Балхаш-Алакольском бассейнах



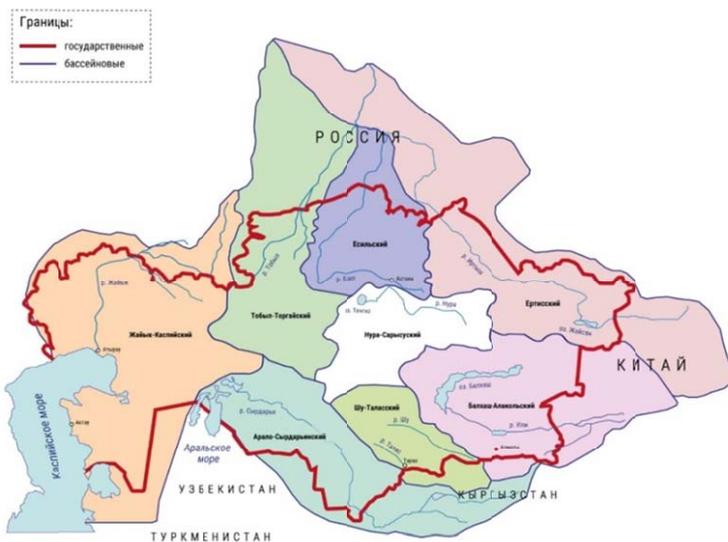
Неравномерное распределение общего стока – только полбеды. Другая часть проблемы заключается в том, что половина возобновляемых ресурсов пресных вод Казахстана образуется за счет притока, поступающего из соседних стран. Все крупные реки страны берут истоки за рубежом: Иртыш (Ертыс) и Или – в Китае, Сырдарья – в Узбекистане, Урал (Жайык) – в России, Шу и Талас – в Кыргызстане.

Сырдарья – единственная крупная трансграничная река, которая протекает по нескольким странам и затем «заходит» в Казахстан. Хотя она и

берет истоки в Узбекистане, примерно 50% воды ей дают реки Нарын и Карадарья, находящиеся в Кыргызстане. К тому же по пути в Казахстан Сырдарья пересекает Таджикистан.

В конкретных случаях доля трансграничного стока серьезно превышает средний уровень по стране. Например, в Арало-Сырдарьинский ВХБ извне приходит 90% (!) воды. А он, между прочим, третий по величине. Сильно зависят от притока со стороны сопредельных стран менее крупные Жайык-Каспийский (80%) и Шу-Таласский (75%) ВХБ. Между тем, показатели самых полноводных бассейнов заметно отличаются. В Балхаш-Алакольском бассейне на внешние поступления приходится 47%, тогда как в Ертисском – 25%.

Водохозяйственные бассейны Республики Казахстан



Источник: Институт географии и водной безопасности Министерства науки и образования РК

Современная оценка среднесезонных ресурсов речного стока, км³



Пока хватает

Да, Казахстан не богат речными ресурсами, вдобавок ко всему эти ресурсы распределены крайне неравномерно и лишь наполовину формируются внутри страны, причем отдельные бассейны едва ли не целиком зависят от соседей.

Тем не менее пока пресной воды хватает. Институт мировых ресурсов (WRI) оценивает базовый уровень водного стресса в Казахстане как средневысокий (от 20% до 40%). В 2019 году по этому показателю страна

занимала 58 место из 164. Антилидерами же мирового рейтинга являлись Бахрейн, Кипр и Кувейт (более 80%).

Что такое водный стресс?

Под этим термином понимают забор пресной воды из всех источников в процентном отношении к годовому речному стоку. Разумеется, пресную воду можно брать не только из рек, но и морей, озер, водохранилищ, подземных горизонтов, шахт, рудников. Однако реки — это ее основной источник. Конкретно в Казахстане 85% всей пресной воды забирают именно из рек.

Страна сталкивается с высоким водным стрессом, когда использует более 40% доступных запасов. При такой интенсивности водозабора ресурсы не успевают восстанавливаться естественным образом, в результате чего истощаются. Кроме того, указанное значение показывает, что спрос на воду превышает предложение. Если же в оборот вовлекается более 80% ресурсов, то идет уже об экстремальном водном дефиците, или водном кризисе.

Что такое спрос и предложение воды?

Под спросом обычно понимают забор воды, под предложением — доступные ресурсы пресных вод. В привычном понимании, дефицит — это когда спрос больше предложения. Есть, например, 100 тонн сахара, а нужно 120 тонн. Тогда разница в 20 тонн и будет считаться объемом дефицита. С водой же все работает несколько иначе. Вся вода из рек, которые формируют основную часть предложения, забрать нельзя, ведь они сразу высохнут. Забирать в идеале можно не более 40%. При таком заборе речные ресурсы успевают восстанавливаться естественным путем, а экосистемам не грозит исчезновение. Соответственно, о дефиците воды говорят, когда забор превышает 40% от ресурсов пресной воды.

Исходя из данных института географии и водной безопасности, водный стресс в Казахстане составляет 24% – из 102,3 куб. км используется 25 куб. км, что совпадает с оценкой WRI. Но опять же не везде картина одинаковая. Чрезмерная нагрузка на речной сток присутствует в Арало-Сырдарьинском и Шу-Таласском бассейнах, где изымают 57% запасов пресных вод. Тем временем в Нура-Сарысуском бассейне водный стресс и вовсе достигает 88%.

Степень использования водных ресурсов в разрезе водохозяйственных бассейнов

Чрезмерная нагрузка на речной сток присутствует в Нура-Сарысусском, Арало-Сырдарьинском и Шу-Таласском бассейнах

Водохозяйственные бассейны	Суммарные водные ресурсы (местные и трансграничные), куб. км	Забор воды, куб. км	Нагрузка на водные ресурсы, %
Нура-Сарысусский	1,6	1,4	87,5
Арало-Сырдарьинский	18,7	10,7	57,2
Шу-Таласский	3,7	2,1	56,8
Жайык-Каспийский	11,0	2,4	21,8
Есильский	2,7	0,4	14,8
Балхаш-Алакольский	29,0	4,1	14,1
Ертисский	33,5	3,8	11,3
Тобыл-Торгайский	2,1	0,1	4,8

Что имеем на деле

Сложная ситуация в трех водохозяйственных бассейнах не означает, что их население, а это приблизительно 7 млн человек, страдает от отсутствия воды. (Поясним, что 7 млн – это население шести регионов, большая часть или вся территория которых относится к Арало-Сырдарьинскому, Шу-Таласскому и Нура-Сарысусскому бассейнам. В расчеты включены Туркестанская, Кызылординская, Жамбылская, Карагандинская, Улытауская области, а также город Шымкент. Источник данных – Бюро национальной статистики РК.)

Страдают от дефицита воды, прежде всего, отраслей экономики, потребляющие воду в больших количествах.

«С явным дефицитом воды в Казахстане сталкиваются фермеры, выращивающие влагоемкие культуры, и то сезонно. Они ощущают кратковременную нехватку влаги (от 10 до 20 дней) в июле и августе, когда проходит пик полива», – комментирует ведущий эксперт Научно-информационного центра Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии Центральной Азии Куралай Яхияева.

По данным министерства водных ресурсов и ирригации РК, в 2020-2022 годах сельское хозяйство формировало 60% общего водозабора. А как раз в Туркестанской, Кызылординской и Жамбылской областях (Арало-Сырдарьинский, Шу-Таласский бассейны) сосредоточена половина ис-

пользуемых площадей регулярного орошения. На нужды сельского хозяйства в этих бассейнах уходит свыше 95% запасов воды.

В свою очередь промышленность в Казахстане «оттягивает на себя» 24% водозабора. И именно промышленную специфику имеют Карагандинская и Улытауская области, входящие в Нура-Сарысуский бассейн.

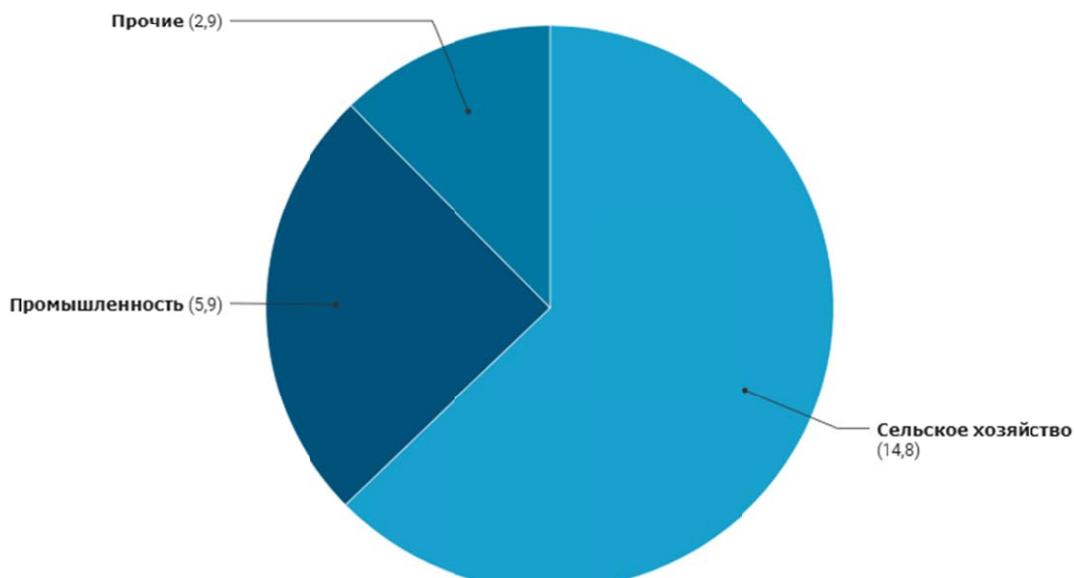
В чем особенность Нура-Сарысуского бассейна?

Этот бассейн единственный не имеет трансграничного притока и в то же время хуже всех обеспечен собственными ресурсами. Почти 45% воды (0,7 куб. км из 1,6 куб. км) сюда поступает по каналу имени Каныша Сатпаева, соединяющего Караганду с Иртышом. При этом ресурсы Нура-Сарысуского бассейна практически в полном объеме эксплуатирует промышленность.

Что касается коммунально-бытового сектора, то на него приходится лишь 4% изымаемых водных запасов.

Забор воды по отраслям экономики в среднем за 2020-2022 годы, куб. км

Сельское хозяйство - основной потребитель водных ресурсов



Доля водоснабжения населения сравнительно невелика. Но несмотря на это происходят перебои с водоснабжением, что подчас приводит к стихийным протестам. Один из последних таких случаев произошел в Актау (Мангистауская область) в июне 2024 года. Жители 19-го микрорайона за-

блокировали дорожное движение из-за того, что в домах несколько дней отсутствовала питьевая вода.

«Ограниченное распространение прогнозных ресурсов и наличие разведанных запасов, пригодных для питьевого водоснабжения, позволяют отнести к плохо и частично обеспеченным территории Атырауской, Северо-Казахстанской, Западно-Казахстанской и Мангистауской областей, а также отдельные районы Акмолинской, Павлодарской, Актюбинской, Кызылординской и Карагандинской областей», – отмечает в ответе на запрос САВАР.asia вице-министр водных ресурсов и ирригации РК Нурлан Алдамжаров.

Из его ответа также следует, что причина перебоев заключается не в общем недостатке водных ресурсов, а в их отсутствии вблизи населенных пунктов, преимущественно сельских. Всего таких населенных пунктов насчитывается 785. Их население составляет 1,8 млн человек. Питьевую воду им доставляют по 80 групповым водопроводам.

Вся беда в том, что групповые водопроводы разрушаются от старости. Яркий пример – Нуринский групповой водопровод, безальтернативный источник водоснабжения для 24 населенных пунктов Акмолинской области. К настоящему моменту срок эксплуатации магистральной сети превышен вдвое, а уровень изношенности достиг 90%.

Отдельного внимания заслуживает Астана, столица Казахстана. Здесь проблема, как и в остальных населенных пунктах, связана с плохой обеспеченностью ресурсами речного стока. Кроме того, перебои с подачей воды вызваны ветхостью и нехваткой инженерных мощностей.

1,4 млн местных жителей снабжает водохранилище, рассчитанное всего на 500 тыс. человек. В 2023 году в столице начались массовые отключения. Для подпитки водохранилища из канала имени Сатпаева пришлось перебросить 0,1 куб. км воды в реки Есиль и Нура. Между тем 2024-й выдался многоводным – водохранилище наполнили до краев паводковые воды, поэтому отключения не повторились.

Похожий случай представляет собой Мангистау. Регион находится в полупустынной зоне и не имеет прямого доступа к запасам пресных вод. Водоснабжение 66% его населения (город Актау и три сельских района) зависит от опреснения вод Каспийского моря. Из-за нехватки опреснительных мощностей летом вода населению подается строго по графику.

Где тонко, там и рвется

Так есть ли в Казахстане дефицит воды? Все зависит от того, с какой стороны посмотреть. В масштабах всей страны дефицита нет – результат деления всей изъятой пресной воды на общий речной сток не выглядит удручающим. Однако в отдельных водохозяйственных бассейнах, где спрос на воду заметно превышает предложение, дефицит все же присутствует.

Речь идет об Арало-Сырдарьинском, Шу-Таласском и Нура-Сарысуском ВХБ, охватывающих шесть регионов страны. Высокий уровень водного стресса здесь связан со сверхинтенсивным забором воды, ничтожно малыми собственными запасами, а также сильнейшей зависимостью от поступлений извне.

Ситуация будет ухудшаться, поскольку под влиянием изменения климата и высокой антропогенной нагрузки количество воды в реках сокращается. Институт географии и водных ресурсов ожидает, что с учетом обоих факторов к 2030 году среднемноголетний сток упадет на 2,9 куб. км, до 99,4 куб. км. Причем динамика окажется отрицательной за счет уменьшения притока со стороны соседних стран. С другой стороны, потребление воды, согласно прогнозам, вырастет до 29,7 куб. км. Соответственно, водный стресс может достичь 30% против нынешних 24%.

Таким образом, в дефицитных Арало-Сырдарьинском и Шу-Таласском водохозяйственных бассейнах нехватка воды, похоже, будет ощущаться сильнее. Ничего хорошего сокращение трансграничного притока не сулит и Нура-Сарысускому бассейну: развитие Карагандинской и Улытауской областей, входящих в его границы, в значительной степени зависит от бесперебойной работы канала имени Каныша Сатпаева.

Очевидно, что более острый дефицит негативно скажется на основных потребителях воды – сельском хозяйстве и промышленности. Ученые предупреждают: высокий водный стресс может привести к срыву программ социально-экономического развития. А это в свою очередь чревато экономическим спадом и социальными волнениями.

Водный дефицит несет в себе и другие угрозы национальной безопасности, в частности появление новых очагов экологической нестабильности и так называемые водные войны. Причем последний риск является вполне реальным. По данным Тихоокеанского института по изучению вопросов развития, окружающей среды и безопасности, с 1990 по 2022 год в регионе произошло по меньшей мере 15 межгосударственных конфликтов, включая вооруженные. Интересы Казахстана были затронуты в пяти из них.

Что такое национальная безопасность?

Это состояние защищенности национальных интересов Казахстана от реальных и потенциальных угроз, обеспечивающее динамическое развитие человека и гражданина, общества и государства. Одним из видов национальной безопасности является экологическая безопасность. Это состояние защищенности жизненно важных интересов и прав человека и гражданина, общества и государства от угроз, возникающих в результате антропогенных и природных воздействий на окружающую среду.

«Значительная часть населения Центральной Азии проживает в сельской местности и занимается сельским хозяйством, поэтому вопрос его водообеспечения – жизненно важный. Растущий дефицит воды, который невозможно быстро компенсировать, в сочетании с неурегулированностью пограничных вопросов может привести к мощному взрыву и новым конфликтам в регионе», – комментирует политолог Досым Сатпаев.

Воду дают, но не вовремя

На уровень обеспеченности Казахстана водой серьезное влияние оказывает соседние страны. Дело в том, что в верховьях трансграничных рек находятся водохранилища и плотины, которые позволяют увеличивать или уменьшать по необходимости объем воды, спускаемый вниз по течению. Иными словами, сток зарегулирован.

Так, суммарная емкость четырех крупных водохранилищ в бассейне реки Сырдарья на территории Кыргызстана, Таджикистана и Узбекистана составляет 27,5 куб. км (Токтогульское, Бахри Точик, Чарвакское, Кемпир-Абадское). Два крупных водохранилища в китайской части бассейна реки Или – Капшагайское на и Жарынтайское – вкуче могут аккумулировать 4,5 куб. км. Ириклинское водохранилище, крупнейшее в бассейне реки Урал на территории России, вмещает 3,3 куб. км. Общий объем Орта-Токойского и Кировского водохранилищ в кыргызском секторе Шу-Таласского бассейна равняется 1 куб. км.

Не стоит забывать и о крупных каналах, эксплуатация которых также связана с регулированием речного стока. В Синьцзян-Уйгурском автономном районе Китая, территория которого активно осваивается с 1990 года, работают сразу два таких сооружения – от реки Иртыш до городов Карамай и Урумчи. При максимальной загрузке они способны обеспечить переброску 6,3 куб. км в год.

Согласно данным министерства водных ресурсов и ирригации РК, из всех стран, с которыми Казахстан имеет общие реки, на настоящий момент нормативно-правовая база по водodelению отсутствует только с Китаем, который к тому же не присоединился к Хельсинской конвенции по охране и использованию трансграничных водотоков. Обычно страны заключают соглашения о водodelении, чтобы избегать конфликтов и споров при распределении ограниченных ресурсов.

Договоренности гарантируют, что каждая из сторон получит справедливую долю воды. Например, ресурсы реки Чу распределяются в следующем соотношении – 58% остается в Кыргызстане, 42% поступает в Казахстан.

Соглашения о водodelении по крупным трансграничным рекам, заключенные между Казахстаном и другими странами

Китай - единственная страна, с которой Казахстан не имеет нормативно-правовой базы по водodelению

Вторая сторона	Река	Год заключения	Название
Кыргызстан, Узбекистан, Таджикистан, Туркменистан	Сырдарья	1992	О сотрудничестве в сфере совместного управления использованием и охраной водных ресурсов межгосударственных источников
Китай	Ертыс, Или	Не заключено	С 2015 года ведется разработка Соглашения о водodelении на трансграничных реках между РК и КНР
Россия	Урал	1996	Протокол о совместном использовании и охране трансграничных водных объектов
Кыргызстан	Шу, Талас	2000	Об использовании водохозяйственных сооружений межгосударственного пользования на реках Шу и Талас

Условия имеющихся соглашений о водodelении соблюдаются – в целом Казахстан получает столько воды, сколько ему положено. И все бы хорошо, но вода приходит с большим опозданием.

«В годовом объеме другие страны дают нам воду, а во внутригодовом – нет. Нам зимой воду дают, когда она не нужна. А летом, когда нужна, не дают. Почему, например, в Шу-Таласском бассейне сброс воды идет зимой? У них там гидроэнергетика – переработали и спустили. То же самое с Узбекистаном. В Арало-Сырдарьинском бассейне по всем трем каналам лимиты соблюдаются в годовом выражении. А внутри года не соблю-

даются», – комментирует Айсулу Турсунова, руководитель лаборатории водных ресурсов Института географии и водных ресурсов.

В последнее время страны стремятся к кооперации, потому что вместе легче противостоять общему вызову – изменению климата, под влиянием которого режимы рек трансформируются. В итоге периоды половодья наступают раньше и длятся дольше, что оборачивается наводнениями, которые наносят огромный ущерб народному хозяйству. Но наводнения – это только одна сторона медали, другая – засуха. Они подталкивают страны к пересмотру графиков подачи воды, ставя во главу угла собственные интересы. И это нормально.

«Нашим соседям тоже нужна вода. Она у них формируется. Могут из положенных пяти кубокилометров дать два, а могут и вообще ничего не дать. Чем мы можем заинтересовать другие страны, чтобы они давали воду? По большому счету ничем. К сожалению, даже угроза экологического бедствия, которое повлечет за собой пересыхание озера Балхаш, вряд ли может служить таким стимулом. Китай имеет свою программу развития, которая не ориентирована на нашу страну. Аральское море высушили, когда поднимали хлопковое производство. Мы же видели эту трагедию. Никого не остановило это тогда. Почему сейчас должно?» – задается риторическим вопросом Айсулу Турсунова.

Рассчитывать на себя

Логичный выход из сложившейся ситуации – рассчитывать на себя. Но как раз с этим большие проблемы. Если рассматривать отдельно нагрузку на местные ресурсы, можно ужаснуться. Так, в Арало-Сырдарьинском бассейне водный стресс составляет почти 500%. Это означает, что воды используется в пять раз больше воды, чем формируется внутри ВХБ. В случае с Шу-Таласским бассейном речь идет о 210%, Нура-Сарыуском – 156%. Высоким показателем является в Жайык-Каспийском ВХБ – 77%.

Степень использования местных водных ресурсов в разрезе водохозяйственных бассейнов

В Арало-Сырдарьинском бассейне используется в пять раз больше воды, чем внутри него формируется

Водохозяйственные бассейны	Местные водные ресурсы, куб. км	Забор воды, куб. км	Нагрузка на местные водные ресурсы, %
Арало-Сырдарьинский	2	11	495
Шу-Таласский	1	2	210
Нура-Сарысусский	1	1	156
Жайык-Каспийский	3	2	77
Балхаш-Алакольский	17	4	25
Есильский	3	0	15
Ертисский	27	4	14
Тобыл-Торгайский	2	0	6

Нагрузка на местные ресурсы оказывается колоссальной по причине расточительного водопользования. Особенно остро проблема стоит в сельском хозяйстве, где более половины всего забираемого объема теряется при доставке воды до орошаемых полей из-за того, что инфраструктура орошаемого земледелия изношена.

При этом уровень внедрения водосберегающих технологий составляет лишь 3%. Стоит ли удивляться, что продуктивность воды в сельском хозяйстве является низкой. В целом экономике страны требуется в три раза больше воды на один доллар валового внутреннего продукта, чем России или США, и в шесть раз больше, чем Австралии.

«Должно быть стратегическое планирование всей водохозяйственной деятельности, которая должна ориентироваться на свой потенциал. У нас же идет сначала спрос, потом предложение. На самом деле это природа предлагает. Концептуально спрос и предложение должны работать вместе», – утверждает Айсулу Турсунова.

Очевидно, власти Казахстана видят проблему. В сентябре 2023 года было создано министерство водных ресурсов и ирригации РК. К настоящему моменту в Мажилис (нижняя палата парламента) внесен проект нового Водного кодекса. Приоритет отдается эффективному использованию водных ресурсов, интенсивному внедрению водосберегающих технологий и систем повторного использования воды. Наряду с этим принята Концепция развития системы управления водными ресурсами РК на 2024-2030 го-

ды. К 2028 году в рамках документа планируют реализовать 5,1 тыс. мероприятий общей стоимостью 3,34 трлн тенге. Один из главных ожидаемых результатов – аккумуляция дополнительных 2,5 куб. км воды за счет строительства водохранилищ. Кстати, благодаря этой мере зависимость от трансграничного стока хотят снизить на 25%.

Пока сложно судить о том, принесут ли перечисленные меры желаемый результат. С точки зрения эксперта по экополитике, климату и водным ресурсам Булата Есекина, строительство новых водохранилищ поможет решить проблему с дефицитом воды в лишь краткосрочной перспективе, тогда как в долгосрочной – усугубит ее.

«Причина дефицита воды – в нарушении локальных и глобальных водных циклов. Количество воды остается одинаковым, но мы своими действиями все больше вмешиваемся в естественные процессы, которые являются основой обеспечения водой экономики, населения, природы. Мы рассматриваем реки и озера не как целостные живые организмы, а как каналы с водой и производственные пруды», – раскрывает свою мысль собеседник.

Досым Сатпаев в свою очередь считает, что серьезным препятствием на пути к осуществлению амбициозных планов могут стать коррупция и халатность: и то, и другое традиционно мешает решению стратегических задач в Казахстане, в том числе касающихся воды.

«Деньги освоить могут. Но как бы потом не выяснилось, что часть денег похитили, а то, что построено, построено некачественно. К сожалению, такое происходит сплошь и рядом. Вспомнить хотя бы недавний случай, когда чиновников Жамбылской области осудили за растрату средств, которые выделялись на улучшение качества питьевой воды», – отмечает политолог.

Прогнозы по поводу того, как события будут развиваться после 2030 года, в самом Казахстане отсутствуют. Между тем Институт мировых ресурсов ожидает, что к 2050 году водный стресс в стране все еще будет оставаться на средневысоком уровне (от 20% до 40%), а к 2080 году окажется высоким (от 40% до 80%). Иначе говоря, в долгосрочной перспективе Казахстану грозит тотальный водный дефицит. Согласно же оценке ООН, страна может столкнуться с существенным дефицитом водных ресурсов в объеме 50% от потребности уже к 2040 году. Время покажет, насколько эффективными окажутся принимаемые шаги и удастся ли Казахстану избежать худшего сценария развития событий, к которому ведет усиление водного дефицита.

Индийский план «поворота рек» может усугубить дефицит воды в регионе¹²

Индийское министерство водных ресурсов планирует соединить несколько рек в сеть каналов протяженностью 15 тыс. километров и создать тысячи водохранилищ для переброски 174 млрд кубических метров воды ежегодно из районов с избытком воды в те регионы, где ее не хватает. По задумке, это максимально сохранит влагу, которая ранее стекала в океаны из водосборных бассейнов, чтобы удовлетворить растущий спрос на воду в стране. Однако исследование ученых показало, что этот план приведет к сокращению осадков в регионах, и без того испытывающих дефицит водных ресурсов. Перенос воды может повлиять на климатические системы, вызывающие индийский муссон, и сократить количество дождей в некоторых штатах Индии на целых 12%.

Субимал Гош, один из авторов исследования и ученый-климатолог из Индийского технологического института, описывает водный цикл как взаимодействие между атмосферной влагой, океанами, растениями, выделяющими влагу, и климатическими условиями. Его команда стремилась изучить, как бассейн реки в одном регионе влияет на атмосферные процессы в другом.

Соединение рек увеличит орошаемые площади на 35 млн гектаров. Увеличение урожая приведет к выделению более высокого уровня влаги из листьев в процессе, известном как эвапотранспирация. При повышении влажности воздуха на местах температура снизится, а характер выпадения осадков и образование облаков изменятся.

Команда Индийского технологического института использовала компьютерное моделирование, чтобы изучить взаимодействие между количеством осадков, влажностью воздуха и почвы, температурой и скоростью ветра в семи речных бассейнах в муссонные месяцы — с июня по сентябрь. Остальные месяцы ученые не моделировали.

Исследование показало, что эффект взаимодействия суши и атмосферы наиболее высок в сентябре. Сентябрь — это время, когда урожай созревает и суммарное испарение наиболее высокое. В модели перенос воды привел к сокращению количества осадков в сентябре в штатах Раджастан, Гуджарат, Одиша и Андхра-Прадеш на 6,4–12%. Исследователи также обнаружили увеличение количества осадков в сентябре до 12% в се-

¹² Источник: <https://hightech.plus/2023/10/25/indiiskii-plan-povorota-rek-mozhet-usugubit-deficit-vodi-v-regione> Опубликовано 25.10.2023

веро-восточных штатах Бихар и Джаркханд и до 10% в центральных районах Махараштры и соседнего Теланганы.

Уменьшение количества осадков приведет к сокращению стока в реках в последующие месяцы, и это может усугубить водный дефицит в без того засушливых регионах, таких как Раджастан и Гуджарат, говорят авторы. По их словам, эти эффекты не учитывают влияние речного стока в океан, который также сказывается на муссонных осадках.

План, впервые предложенный британцами во время колониального правления и последний раз усовершенствованный в 2015–2016 годах, вероятно, является крупнейшей манипуляцией с гидрологией Индии, когда-либо придуманной, говорит Джагдиш Кришнасвами, экогидролог из Индийского института населенных пунктов в Бангалоре. Другие научные работы оценивали потенциальное воздействие проекта на водные экосистемы, но это первое исследование, в котором изучается, как взаимодействие земли и атмосферы влияет на круговорот воды между ними.

Неучтенная вода на Ближнем Востоке: проблемы и решения¹³

- Все страны Ближнего Востока страдают от истощения подземных вод, добыча которых, ведется высокими темпами. Дефицит воды, быстрый рост городов, геополитические сложности и стареющая инфраструктура усложняют эффективное управление этим ресурсом.
- Такие страны, как Ливан, Иордания, Ирак, Палестина и Египет, имеют одни из самых высоких в мире показателей неучтенной воды (NRW).
- По мнению компании «Idrica», возможные решения для улучшения ситуации: модернизация инфраструктуры, обновление систем учета, административные и правовые реформы и цифровая трансформация.

¹³ Источник: Non-revenue water losses in the Middle East: challenges and solutions // <https://smartwatermagazine.com/news/idrica/non-revenue-water-losses-middle-east-challenges-and-solutions> Опубликовано 3.09.2024

Вода является важным ресурсом, особенно в засушливых и полузасушливых регионах мира, таких как Ближний Восток. Однако одной из самых острых проблем, с которой приходится сталкиваться этому региону, является неучтенная вода (NRW). Эта проблема приносит значительные экономические потери для водоканалов и усугубляет и без того шаткую ситуацию с водой в регионе.

Неучтенная вода – это вода, которая производится и распределяется, но не приносит дохода коммунальным службам, поскольку теряется до того, как достигает потребителя. Это может быть вызвано рядом причин, включая утечки в инфраструктуре, незаконные подключения, ошибки измерения и административные сбои. Если говорить точнее, то неучтенная вода делится на три основные категории:

- **Фактические потери:** физические потери в системе. К ним относятся утечки в трубах, баках и оборудовании.
- **Очевидные потери:** нефизические утечки в системе. Они вызваны ошибками измерения, незаконными подключениями, мошенничеством и неправильным выставлением счетов.
- **Неоплаченное разрешенное потребление:** вода, используемая самой системой водообеспечения для технического обслуживания и других некоммерческих целей.

Как отмечает Всемирный Банк в своем отчете «Проблема сокращения неучтенной воды в развивающихся странах», эта проблема составляет около 35% воды, производимой в мире. Эта огромная цифра имеет негативные последствия с точки зрения экономики природных ресурсов, а также качества обслуживания. Однако, если мы посмотрим на данные по Ближнему Востоку, ситуация становится еще более тревожной. Согласно статистике Всемирного банка и других государственных учреждений, такие страны, как Ливан (48%), Иордания (50%), Ирак (60%), Палестина (40%) и Египет (34%) имеют одни из самых высоких в мире показателей неучтенной воды, что подчеркивает важность срочного решения этой проблемы.

Проблема неучтенной воды на Ближнем Востоке

Водные ресурсы на душу населения в регионе составляют всего одну шестую от среднего мирового показателя и продолжают сокращаться. Все страны Ближнего Востока страдают от истощения подземных вод, при этом в целом наблюдается очень высокий уровень извлечения как поверх-

ностных, так и подземных вод. Это означает, что сельскому хозяйству приходится конкурировать за воду с промышленностью и другими секторами. Кроме того, засушливый климат меняется, а засухи становятся все более частыми.

Ближний Восток сталкивается с уникальными проблемами в плане управления водными ресурсами. По словам Кристиана Переса, старшего менеджера по развитию бизнеса «Digital, MET в Xylem», дефицит воды, быстрый рост городов, геополитические сложности и стареющая инфраструктура усугубляют эффективное управление этим ресурсом. Эти проблемы еще больше усугубляются экономическими и социальными воздействиями, делая водную безопасность важнейшей проблемой в регионе.

По мнению компании «Idrica», основными причинами возникновения вопросов неучтенной воды в регионе являются:

- **Устаревшая инфраструктура:** во многих городах Ближнего Востока трубопроводы и водораспределительные системы не модернизировались десятилетиями, что приводит к значительным утечкам.
- **Незаконные подключения:** быстрая урбанизация и, в некоторых случаях, политическая нестабильность привели к увеличению числа несанкционированных подключений.
- **Недостатки учета:** неэффективные системы учета и административные ошибки приводят к явным потерям.
- **Изменение климата:** климат в регионе засушливый и/или полусухой. 43% территории занимают пустыни, и по мере повышения температуры увеличивается вероятность выпадения экстремальных осадков, что, в свою очередь, приводит к наводнениям.
- **Демография и миграционные потоки:** рост населения и миграционные потоки, вызванные конфликтами и поиском лучших условий жизни, увеличивают спрос на воду, что еще больше усложняет управление водными ресурсами. По данным ЮНИСЕФ, 11 из 17 стран с экстремальным риском дефицита воды находятся на Ближнем Востоке и в Северной Африке. Более того, ожидается, что население стран Совета сотрудничества стран Персидского залива – Саудовской Аравии, Кувейта, Объединенных Арабских Эмиратов, Катара, Бахрейна и Омана — увеличится на 14 млн к 2050 г.
- **Чрезмерная эксплуатация водоносных горизонтов:** чрезмерный забор подземных вод истощил водоносные горизонты, сократив уровень водообеспечения и усугубив риск проникновения соленой воды в прибрежные районы.

Возможные решения для улучшения ситуации

Решение проблемы неучтенной воды на Ближнем Востоке требует многогранного подхода, включающего как технологические усовершенствования, так и административные и правовые реформы.

1. Модернизация инфраструктуры

- Инвестиции в реконструкцию и поддержание сетей распределения воды для сокращения утечек.

- Внедрение передовых технологий, таких как датчики и системы мониторинга в режиме реального времени, для эффективного обнаружения и устранения утечек.

2. Модернизация систем учета

- Замена старых счетчиков на интеллектуальные счетчики, предоставляющие точные данные в режиме реального времени.

- Обучение персонала современным методам управления водными ресурсами и мониторинга.

3. Административные и правовые реформы

- Усиление законов и нормативных актов для борьбы с незаконными связями и мошенничеством.

- Реализация программ по повышению осведомленности населения о важности сохранения водных ресурсов и воздействия проблем неучтенной воды.

4. Цифровая трансформация

- Цифровизация является ключом к повышению эффективности и устойчивости в управлении водными ресурсами. Цифровая трансформация в сфере водоснабжения предлагает инновационные решения для интеллектуального управления и мониторинга ресурсов, что позволяет лучше понимать закономерности потребления, обнаруживать ранние утечки и оптимизировать водораспределение. По словам Кристиана Переса, улучшенное управление водными ресурсами «зависит от сочетания программного обеспечения и аналитики, а также стратегической визуализации, анализа и оптимизации потоков данных».

- Управление большими данными является еще одним ключевым аспектом цифровой трансформации в водоканалах Ближнего Востока. Сбор больших объемов данных из разных источников, таких как датчики, счетчики и географические информационные системы (ГИС), обеспечивает це-

лостное представление о ситуации с водой в регионе. По словам эксперта, «цифровые инструменты, такие как аналитика больших данных и цифровые близнецы, обеспечивают поддержку для принятия обоснованных решений и оптимизации системы. Кроме того, они помогают в комплексном управлении водными ресурсами, тем самым повышая вовлеченность клиентов и обеспечивая соблюдение нормативных требований.

- Использование таких технологий, как машинное обучение, искусственный интеллект и IoT, дает возможность повысить гидравлическую эффективность оросительных сетей в районе, где уже существует высокий риск дефицита воды, как упоминалось ранее. Орошение можно оптимизировать с помощью наилучших частот и объемов воды, активы можно контролировать дистанционно, а в случае утечек или проблем в сети можно получать сигналы тревоги с помощью датчиков влажности почвы и метеорологических датчиков, а также последующей унификации моделей данных.

- Платформы, такие как «Xylem Vue» на базе «GoAigua», являются примерами инструментов, которые облегчают цифровую трансформацию водоканалов в регионе. Эти платформы интегрируют и анализируют данные в режиме реального времени для улучшения принятия решений и повышения эффективности работы. Эти платформы позволяют водоканалам значительно сократить неучтенную воду за счет раннего обнаружения утечек, оптимизации давления воды и повышения общей эффективности системы.

Неучтенная вода является очень важной проблемой на Ближнем Востоке, где эффективное управление водными ресурсами имеет жизненно важное значение для устойчивого развития. Цифровая трансформация представляет собой прекрасную возможность для решения этих проблем и обеспечения более устойчивого водообеспечения в будущем. Внедрение таких платформ, как «Xylem Vue», работающей на «GoAigua», может внести значительный вклад в сокращение неучтенной воды и улучшение управления водными ресурсами в регионе.

Какие меры предпринимают страны низовьев рек в Центральной Азии для предупреждения водного дефицита?¹⁴

По данным Всемирного банка, демографический рост населения в Центральной Азии до 90 млн может привести к дефициту воды до 25-30% уже к 2050 г, при этом спрос на воду для земледелия, по прогнозам, вырастет на 30% уже к 2030 г.

Страны низовьев трансграничных рек в Центральной Азии – Туркменистан, Казахстан и Узбекистан – уже сегодня предпринимают шаги по эффективному управлению водными ресурсами, чтобы обезопасить себя от возможных негативных последствий надвигающейся нехватки.

Туркменистан

О том, какие меры Туркменистан принимает по модернизации инфраструктуры водного хозяйства, внедрению в промышленность достижений науки, экологически чистых и берегающих технологий пишет Arzuw.news.

Общий объем поверхностных вод в стране составляет 25 млрд м³. Около 95% этих объемов приходится на реку Амударья. Государство придает особое значение плановому использованию ресурсов этой водной артерии. Производственная компания «Amuderyakenarberkidis» вносит ценный вклад в предотвращение загрязнения речных вод, укрепляя берега древнего Джейхуна.

Еще одной задачей выступает профилактика засоления Амударьи. За последние тридцать лет ученые установили, что солевой состав реки увеличился. Амударья ежегодно приносит на сельскохозяйственные угодья более 230 млн тонн ила, который содержит кальций, калий и фосфор и представляет особую важность при освоении новых земель.

Власти принимают действенные меры по увеличению водопрпускной способности одной из главных водных магистралей страны – Каракум-реки, берущей начало в Амударье. Благодаря мощной импортной технике

¹⁴ Источник: <https://www.newscentralasia.net/2024/09/05/kakiye-mery-predprinimayut-strany-nizovyev-rek-v-tsentralnoy-azii-dlya-preduprezhdeniya-vodnogo-defitsita/> Опубликовано 5.09.2024

пропускная мощность русла возросла, что резко сократило потери воды и дало значительный импульс работе гидросистемы страны.

Туркменское озеро «Алтын Асыр» существенно увеличило объем водных запасов республики. Основное назначение водоема состоит в сборе вод в экологически безопасном месте – соленые коллекторные воды сбрасываются в большую впадину под названием Карашор. После нескольких лет, в результате естественных биологических процессов вода очистилась до приемлемых норм, появилось большое количество рыбы.

Только в 2024 г. власти открыли несколько объектов, способных очищать десятки тысяч кубических метров питьевой воды в сутки. Химико-бактериологические лаборатории производств оснастили высокотехнологичным оборудованием, включающим более 50 анализов, в частности, спектрофотометрами, которые определяют наличие различных химических элементов в жидкости и жесткость воды. Новые водоочистные объекты построили в рамках «Национальной программы Президента Туркменистана по преобразованию социально-бытовых условий населения сёл, посёлков и этрапских центров на период до 2028 г.».

Казахстан

Согласно Концепции развития системы управления водными ресурсами на 2024-2030 гг.,

Созданное год назад Министерство водных ресурсов и ирригации Казахстана до 2030 г. планирует построить 42 новых водохранилища, способных вместить 2,6 млрд м³ воды, и реконструировать 30 водохранилищ объемом 1,9 млрд м³ и 14 450 км оросительных каналов.

Как сообщает ведомство, за счет этого будут снижены потери воды при транспортировке на 25% и увеличены площади поливных земель на более 400 тыс. га.

В этом году в Казахстане началась реализация 411 проектов по развитию водохозяйственных объектов. В частности, ведутся работы по восстановлению 575,9 тыс. га поливных земель, строительству и реконструкции 203-х каналов общей протяженностью 2500 км. В результате улучшится качество водоснабжения в 437 населенных пунктах, в которых проживают более миллиона человек.

С начала года министерство приняло участие в 15 мероприятиях с сопредельными странами по вопросам трансграничных водных объектов. В результате в этом году в страну поступило более 4 млрд м³ воды из Уз-

бекистана, 488,6 млн м³ воды – из Таджикистана, 180 млн м³ – из Кыргызстана по реке Шу и 380 млн м³ – по реке Талас.

Ведутся переговоры с Китаем по более чем 20 трансграничным рекам. Среди них три крупные реки: Ертис, Или и Эмель. Состоялись переговоры с Россией по использованию, охране и проведению исследований крупных трансграничных рек Жайык, Ертис и др.

В этом году в водохранилищах страны собрано 75 млрд м³ воды, из которых более 12 млрд м³ – паводковая.

Впервые за последние 10 лет Капшагайское водохранилище наполнилось на 100%, собрав более 18 млрд м³ воды.

С начала года в озеро Балхаш направлено 12 млрд м³ воды, в Каспийское море – 7,4 млрд м³. С октября 2023 г. в Аральское море было направлено более 2-х млрд м³ воды.

Министерство водных ресурсов и ирригации совместно с Министерством сельского хозяйства увеличило размер субсидирования затрат на установку водосберегающих систем с 50% до 80%.

К концу 2030 г. министерство намерено экономить до 2,2 млрд м³ воды в год, обеспечив водосберегающими технологиями более 50% от общего объема поливных земель республики.

Узбекистан

Узбекистан с населением 35 млн – самая густонаселенная страна Центральной Азии – уже сталкивается с острым дефицитом воды, особенно в сельских районах. По данным ВОЗ и ЮНИСЕФ, лишь 71% сельского населения и 89% городского имеют доступ к безопасной питьевой воде.

Однако, последовательные шаги по цифровизации водного сектора в Узбекистан приносят свои плоды. Благодаря применению цифровых технологий, внедрению водосберегающих технологий на площади более 400 тыс. га, проведению необходимых ирригационных и мелиоративных мероприятий в первом полугодии текущего года сэкономлено более 2 млрд м³ воды, сообщается в репортаже Podrobno.uz.

В стране в целях эффективного использования водных ресурсов на 11,4 тысячи объектах водного хозяйства установлены устройства управления “Умная вода”, на 6, 9 тыс. – “Дайвер” и на 1709 насосных станциях – онлайн контрольные устройства.

Также полностью автоматизированы 67 крупных объектов водного хозяйства.

По республике за счет кластеров и фермерских хозяйств забетонировано 10,5 тыс. км внутренних оросительных сетей, а также очищено 34,8 тыс. км каналов, арыков и лотков.

Внедрена платформа suvkredit.uz, выделены льготные кредитные средства на сумму более 2 трлн сумов для внедрения капельного, дождевого и дискретного орошения на площади 134,3 тыс.га.

В результате сброса в систему озер Айдар–Арнасай 871 млн м³ пресной воды из водохранилища Чордара и 300 млн м³ пресной воды из других источников стабилизируется ее экологическое состояние.

Америка

США и Канада соглашаются на изменение договора по реке Колумбия¹⁵

Правительства Соединенных Штатов и Канады объявили о соглашении по изменению договора по реке Колумбия, сообщает «Europa Press». Первоначально подписанный в 1961 г., договор в первую очередь касался разработки и эксплуатации плотин в водосборном бассейне реки Колумбия, зачастую игнорируя интересы коренных народов.

В своем заявлении, президент Джо Байден, после встречи с премьер-министром Канады Джастином Трюдо был рад объявить, что страны достигли принципиального соглашения по ключевым положениям договора. Спустя 60 лет договор необходимо обновить, чтобы отразить в нем вопросы изменения климата и включить потребности сообществ, зависящих от этой жизненно важной водной артерии, заявил президент США Джо Байден. Президент также отметил, что Соединенные Штаты получают выгоду от запланированного хранения воды на канадских плотинах, включенных в договор. Это договорённость усилит меры по борьбе с наводнениями и защитит уязвимые сообщества.

Река Колумбия и ее притоки имеют огромное значение для племенных и коренных народов, которые на протяжении многих поколений полагались на эту экосистему и ее обильные ресурсы. Эти водные артерии также имеют решающее значение для экономики нашей страны, вырабатывая 40% гидроэлектроэнергии Америки, орошая сельскохозяйственную продукцию стоимостью \$8 млрд и перевозя 42 млн т коммерческих грузов ежегодно, заявил Байден.

¹⁵ Источник: U.S. and Canada announce agreement to modernize Columbia River Treaty // <https://smartwatermagazine.com/news/smart-water-magazine/us-and-canada-announce-agreement-modernize-columbia-river-treaty> Опубликовано 12.07.2024

«Серая инфраструктура» не сможет удовлетворить будущие потребности в хранении воды¹⁶

Новое исследование показывает, как энергетические и продовольственные системы зависят от запасов воды для выработки гидроэлектроэнергии и орошения. Плотины и водохранилища не смогут удовлетворить спрос в ближайшие десятилетия.

По мере роста спроса на продовольствие и энергию, вода будет становиться все более ценным ресурсом. Новое исследование, проведенное в Стэнфорде, представляет собой первый в своем роде глобальный обзор роли плотин и водохранилищ в обеспечении запасами воды и показывает, что так называемой серой инфраструктуры будет недостаточно для удовлетворения будущих потребностей в гидроэнергии и орошении сельского хозяйства. Анализ, опубликованный в журнале «Renewable and Sustainable Energy Reviews», подчеркивает необходимость изучения альтернатив со стороны спроса и предложения, таких как другие возобновляемые источники энергии и природные подходы к вопросам запаса воды.

По словам ведущего автора исследования Рафаэля Шмитта, ведущего ученого из проекта «Natural Capital» (природный капитал), Стэнфордского университета, данное исследование показывает, что решения прошлого недостаточны и могут нанести вред и без того перегруженным пресноводным экосистемам.

Принятие более эффективных решений в области инфраструктуры

Плотины и водохранилища служат источником гидроэнергии, аккумулируют воду для орошения, обеспечивают питьевой водой и снижают риски наводнений. Они также наносят экологический и социальный ущерб, нарушая миграцию рыб, вынуждая людей мигрировать и вытесняя наземные экосистемы, а также оказывая другие воздействия. Чтобы помочь политикам принимать более обоснованные решения относительно «серой» инфраструктуры и альтернатив, Шмитт и его соавтор Лоренцо Роза, главный исследователь «Carnegie Science» и доцент науки о системах

¹⁶ Источник: ‘Grey infrastructure’ can’t meet future water storage needs // <https://smartwatermagazine.com/news/stanford-university/grey-infrastructure-cant-meet-future-water-storage-needs> Опубликовано 11.07.2024

Земли в Стэнфордской школе устойчивого развития Доерра, сосредоточили свое внимание на важнейших пробелах в нашем понимании того, как плотины и водохранилища способствуют продовольственной и энергетической безопасности.

Исследователи использовали машинное обучение для количественной оценки многоцелевых функций 6000 крупнейших плотин и водохранилищ мира. Анализ показал, что водохранилища, образованные плотинами, во всем мире хранят примерно в 1000 раз больше воды, чем самое большое рукотворное озеро Калифорнии, озеро Шаста. Из этого объема менее 5 % достигает орошаемых культур. Согласно исследованию, проанализированные плотины обеспечивают 505 ГВт гидроэнергии, что составляет 40 % от общей текущей мощности гидроэлектростанций в мире. По всему миру было определено около 3 700 плотин для потенциального развития. Согласно исследованию, если бы все они были построены, они могли бы обеспечить примерно на 60% больше энергии и примерно на 40% больше аккумулированной воды для орошения.

Несмотря на этот потенциал, анализ показывает, что в некоторых странах и регионах сохраняется дефицит воды. В прогнозах подчеркивается, что даже при строительстве нескольких тысяч новых плотин, гидроэнергии и аккумулированной воды для орошения будет недостаточно, чтобы удовлетворить потребности в энергии и орошении в Индии, Центральной Европе и ряде стран Азиатско-Тихоокеанского региона. Эти потребности будут значительными: согласно исследованию, мировой спрос на гидроэнергию вырастет примерно на 35 % в период с настоящего времени до 2050 г., в то время как глобальная потребность в аккумулированной оросительной воде увеличится примерно на 70 % – этого достаточно, чтобы покрыть территорию размером с Калифорнию почти двумя футами воды. По мере роста спроса на орошение и гидроэнергетику, разрыв между отраслевыми потребностями и тем, что могут предоставить плотины, будет увеличиваться. Поскольку и гидроэнергетика, и орошение часто полагаются на одни и те же запрудные водохранилища, риск конфликтов между этими отраслями также увеличивается.

По словам Шмитта, их исследование ни в коем случае не призывает к строительству новых плотин и отмечает, что срочно нужны глобальные дебаты о том, как удовлетворить потребности в аккумулировании воды для критически важных отраслей.

Изучение альтернатив

По мнению авторов исследования, для решения этих задач на устойчивой основе, потребуется снизить нагрузку с серой инфраструктуры с помощью политики, способствующей развитию технологий возобновляемой энергетики, экологических решений, таких как повышение удержания почвенной влаги и альтернативных решений по аккумулярованию воды, таких как небольшие пруды-накопители, управляемое пополнение водоносных горизонтов и улучшение управления водными ресурсами в сельском хозяйстве.

Там, где гидроэнергетика отстает от спроса, другие возобновляемые источники энергии могут восполнить дефицит энергии и даже позволить эксплуатации плотин сместить акцент на орошение. И наоборот, растущая зависимость от вариантов аккумулярования воды, не связанных с серой инфраструктурой, может облегчить режим работы плотин и осуществить переход к производству большего количества энергии, что позволит развивать малую гидроэнергетику, в небольшом количестве. По мнению исследователей, в условиях дефицита гидроэнергии и воды для орошения, потребность в альтернативах относительно плотин и водохранилищ будет еще более актуальной.

По словам Лоренцо Розы, поскольку 40% мирового объема производства продовольствия зависит от орошения, понимание двойной роли аккумулярования воды для орошения и энергии имеет первостепенное значение. Это исследование освещает путь к устойчивому развитию, подчеркивая критически важную синергию между водохозяйственной инфраструктурой, адаптацией к климату и устойчивостью сельского хозяйства.

Платформа Интернета вещей помогает производителям планировать водопользование¹⁷

Лючия Реджиани

Как можно разумно орошать культуры, не имея доказательств того, что воды достаточно? Будет ли выпадать достаточное количество осадков, чтобы обеспечить ожидаемое водообеспечение? Соответствует ли количество воды, используемой для этих целей, разрешению, выданному управлением по водоснабжению? Ответы на эти и другие вопросы в качестве услуги, предоставляемой фермерам и руководителям других предприятий, являются целью проекта, который осуществляется компанией «Espectro» в Кампинасе (штат Сан-Паулу, Бразилия) при поддержке программы инновационных исследований в малом бизнесе (PIPE) FAPESP.

Проект, стартовавший в декабре 2022 г., призван предоставить производителям возможность узнать, сколько воды имеется в их источниках на шесть месяцев вперед, чтобы они могли планировать, инвестировать в водные запасы и даже сажать другую культуру, а также принимать другие возможные решения.

В эпоху изменения климата и изменения режима выпадения осадков такая предсказуемость поможет производителям поддерживать качество воды даже в случае водного кризиса, подобного той сильной засухе, которая обрушилась на штат Сан-Паулу в 2021 г., заставив муниципальные управления по водоснабжению перекрыть ирригационные насосы и перенаправить воду потребителям. В рамках второго этапа проекта «PIPE» компания «Espectro» проводит исследование режимов выпадения осадков в отдельных водосборных бассейнах, используя данные прогноза погоды, полученные от официальных агентств, и спутниковые снимки. Анализируя изменения в резервуарах для хранения воды, компания сможет создать алгоритм ИИ, который покажет фермерам, как ведут себя их источники воды и оросительные системы.

Проект называется «PalmaFlex UmiSolo-Total» и представляет собой модульное расширение стартапа по внедрению IoT-платформы (интернет вещей) (PalmaFlex UmiSolo), который в 2019 г. начал осуществлять мониторинг наличия грунтовых вод в режиме реального времени в качестве основы для рекомендаций по орошению.

¹⁷ Источник: Lucia Reggiani. Internet of things platform helps producers plan water use // <https://smartwatermagazine.com/news/agencia-fapesp/internet-things-platform-helps-producers-plan-water-use> Опубликовано 5.09.2024

В первом модуле датчики, установленные под землей на разной глубине, собирают данные так часто, как пожелает заказчик. Данные поступают в облако, где преобразуются в стратифицированные измерения влажности почвы. Платформа сопоставляет их с другими данными и представляет результаты в виде графиков, таблиц и оповещений, упрощая жизнь фермеров, агрономов и других людей, работающих в сельской местности.

Комплексное решение для передачи данных

Система была детищем инженеров-электриков Адилсона Чинатто и Синтии Жункейры, владельцев компании «Espectro». Они хотели разработать собственный продукт, вдохновленный своим опытом в области передачи сигналов и телеметрии, чтобы вывести фирму на уровень, выходящий за рамки консалтинга, исследований и разработок, в которых они работают уже 20 лет.

Они поставили себе задачу создать комплексное решение для передачи данных, которое было бы модульным и легко масштабируемым, а также имело бы широкий спектр приложений в сельском хозяйстве и промышленности с общим ядром. Его миссия заключалась в удовлетворении потребностей фермеров в мониторинге и передаче данных.

Результатом стала платформа «PalmaFlex», как ее называют. Ее логотип — опунция или кактус опунция (palma на португальском языке), ценный источник корма с обилием воды, а также необходимых питательных веществ. Общее ядро состоит из радиопередатчика, способного недорого устанавливать дальние связи с различными устройствами, особенно с датчиками.

В модуле влажности почвы устройство на батарейном и солнечном питании получает данные от датчиков и отправляет их в облако. Выполняются расчеты, а доступ к результатам можно получить на веб-сайте платформы с помощью мобильного телефона, планшета или компьютера.

По словам инженера-электрика Адилсона Чинатто, аппаратное оборудование, программное обеспечение и протоколы связи были разработаны «Espectro». В городских районах сети передачи данных доступны как через сотовый телефон, так и специально для IoT, включая LoRa, Sigfox и ZigBee, но эти сети не охватывают сельские районы, что невыгодно для провайдеров.

Такой пробел привел к тому, что стартап выбрал вертикальные решения. Он начал с разработки концентратора или шлюза на базе LoRA, используя те же методы, что и в крупных городских сетях, но в небольшом устройстве, способном охватывать 3000 га (средняя площадь ферм средне-

го размера). Пользователи устанавливают устройство самостоятельно, подключая его через Wi-Fi или кабель, с антенной на крыше своего дома или какой-либо близлежащей постройки.

Сборщик данных и датчики устанавливаются на полях, передавая данные автономно с заданными интервалами. В сельскохозяйственных условиях частота не должна быть очень высокой. Каждых 5 минут более чем достаточно. В промышленных условиях можно сократить интервал между пакетами данных.

Стоимость этого покрытия составляет менее 1,00 бразильского реала (сейчас около \$ 0,18) за 1 га. По словам инженера -электрика Синтии Жункейры, это очень мало по сравнению с другими существующими системами. Более того, это сокращает количество проверок и записей, экономя при этом ресурсы, воду и электроэнергию в ряде приложений, гарантируя выгоду для клиента, будь то сельское хозяйство или промышленность.

Больше модулей

Развитие системы было обусловлено спросом клиентов, которые просили дополнить мониторинг почвы метеостанцией для мониторинга скорости ветра, осадков и солнечной радиации, среди прочих переменных. Это было достигнуто путем добавления воздушных датчиков, которые предоставляют данные, связанные с погодой, а также указывают ежедневные эвапотранспирацию и окна опрыскивания культур.

Позднее мониторинг был распространен и на другие виды инфраструктуры фермерского хозяйства, такие как электрические токи в двигателях и насосах. Когда ирригационные насосы включаются ночью, потому что в это время электроэнергия дешевле, фермеры часто понимают, что одна фаза не работает, но ремонтные бригады не могут ее починить, поскольку они работают только в дневные смены.

PalmaFlex обнаруживает такие ситуации по умолчанию, отправляя оповещение о потере фазы, чтобы пользователь мог принять экстренные меры, устранить проблему или компенсировать потерю на следующий день. В артезианских и полуартезианских скважинах можно контролировать расход воды, а также статические и динамические уровни воды, с предупредительными мерами, включая оповещения в случае неминуемого отказа насоса, например, чтобы уменьшить необходимость в периодическом техническом обслуживании.

Платформа полностью настраиваемая и может быть сконфигурирована в соответствии с требованиями фермера. Например, чтобы настроить мониторинг орошения, пользователь предоставляет подробную информа-

цию о методах, оборудовании, структуре почвы и культуре (тип, дата посева или посадки и т. д.). Платформа сопоставляет эту информацию с данными полевых датчиков, чтобы рассчитать, когда и сколько поливать. Программа бизнес-анализа платформы отображает результаты в виде таблиц и графиков, а пользователь может экспортировать их в электронные таблицы. Информация хранится в базе данных в течение года.

В настоящее время платформа предлагает четыре модуля: «Сельское хозяйство», «Комфорт животных и качество воды», «Промышленность» и «Прогнозирование запасов воды». Последний, частично разработанный в рамках проекта «PIPE», уже функционирует и продается на платформе. Разработанный на данный момент модуль контролирует уровень воды или барды, жидкого остатка, оставшегося после производства этанола и сахара. Недавно было установлено десять систем на сахарном заводе в штате Сан-Паулу для контроля десяти резервуаров для барды.

В этом модуле датчик не касается жидкости, а измеряет ее уровень и вычисляет объем на основе размеров резервуара, указанных пользователем. Измеряя объем барды, система позволяет оператору предотвратить утечку, которая загрязняет почву и влечет за собой штраф. Кроме того, платформа повышает рациональность использования барды для фертигации (внесения удобрений или питательных веществ через оросительную сеть), снижая затраты и гарантируя работу в соответствии с законами по окружающей среде и стандартами.

Поскольку модуль, разработанный под эгидой проекта «PIPE», объединяет в себе все, что уже делает платформа, включая новые виды мониторинга и прогнозирования, «Espectro» рассматривает его как экосистему и дала ему торговое название «PalmaFlex Total».

Новые датчики

Помимо модуля «Water Storage Forecast», вторым аспектом текущего проекта «PIPE» является разработка более простых и точных датчиков. Датчик уровня запасов воды является примером. Его применение в резервуарах для барды уже упоминалось, и несколько из них были установлены в стратегических резервуарах для воды или водохранилищах для сбора данных для использования алгоритмами ИИ, которые разрабатывает фирма.

Новый датчик влажности почвы, работа над которым близится к завершению и который проходит лабораторные испытания, будет собирать данные на различных глубинах, используя лишь стержень. Он может работать с существующим четырехпортовым коллектором данных или авто-

номно передавать данные по радиоканалу, используя протокол «PalmaFlex».

Ключевым преимуществом этой системы, по словам владельцев фирмы, является интеграция модулей локального и дистанционного зондирования с прогнозированием погоды и другими прогнозирующими алгоритмами для расчета и оценки будущего водного баланса и водообеспечения на всей водосборной площади, на которой расположена оросительная система. Фирма имеет опыт оценки локальных водных балансов с помощью почвенных и метеорологических датчиков благодаря сельскохозяйственным модулям, которые она продала на сегодняшний день.

Оценивается глубина залегания корней, которые поглощают воду из почвы, и на основе этого параметра и показаний датчиков создается панель оповещения, показывающая количество имеющейся воды и ежедневные изменения в ее запасах.

Кроме того, компания уже предоставляет прогнозы погоды и сопутствующую информацию в качестве руководства по опрыскиванию культур (например, температуру, относительную влажность, скорость ветра и дельту Т, ключевой параметр для агрономов, позволяющий определить, подходят ли условия для опрыскивания).

Задача, поставленная проектом «PIPE», заключается в расширении этих методов до тех пор, пока они не будут предоставлять региональную, а не локализованную информацию. Это требует работы в многоплатформенной среде, в которой интегрированы датчики, слияние данных, моделирование, машинное обучение и искусственный интеллект.

Европа

Европа на переднем крае инноваций в области водных технологий¹⁸

Новое исследование Европейского патентного ведомства (ЕПВ) показывает, что Европа является мировым лидером в области технологических инноваций, связанных с водой, причем 40 % таких изобретений исходят от европейских заявителей. Это заявление было сделано после того, как ЕПВ запускает три важных ресурса, направленных на поддержку изобретателей, исследователей, политиков и инвесторов в решении критических проблем водообеспечения и управления, а также угроз, связанных с наводнениями и береговой эрозией.

Среди недавно опубликованных ресурсов ЕПВ – углубленное исследование глобальных тенденций в области технологий, связанных с водой, удобная технологическая платформа для доступа к обширной патентной информации, а также улучшенные фильтры для инструмента «Deep Tech Finder», который связывает европейские стартапы с инвесторами. Эти инициативы были разработаны главным экономистом ЕПВ в сотрудничестве с Обсерваторией по патентам и технологиям.

По данным ООН, в 2022 г. 2,2 млрд человек не имели доступа к безопасной питьевой воде, а 3,5 млрд – к безопасным санитарным услугам. Засухи и наводнения ежегодно приводят к значительным человеческим и экономическим потерям. Президент ЕПВ Антониу Кампинос подчеркнул важность инноваций в решении этих проблем, так как вода является одним из самых ценных ресурсов. Учитывая угрозы, связанные с изменением климата, необходимо ускорить внедрение инноваций как в области водообеспечения, так и в области защиты от опасных явлений, связанных с водой. Данное новое исследование и инструменты предлагают высококачественные данные и анализ технологического ландшафта водных ресурсов и поддерживают изобретателей в разработке решений проблем в области водных ресурсов.

¹⁸ Источник: Europe at the forefront of water technology innovation // <https://smartwatermagazine.com/news/smart-water-magazine/europe-forefront-water-technology-innovation> Опубликовано 18.07.2024

Исследование выявляет глобальные тенденции

Исследование ЕПВ подчеркивает ведущую роль Европы в разработке новых технологий в области водных ресурсов. Заявители из 39 стран-членов ЕПВ занимают лидирующее место, на долю которых приходится 40% всех международных семейств патентов (IPF) в области технологий, связанных с водой в период с 1992-2021 гг. Германия, Франция и Великобритания являются ведущими европейскими странами, вносящими свой вклад в эти инновации, а США и Япония следуют за ними.

В исследовании отмечается, что в период с 1992 по 2021 гг. в мире было подано более 22 000 заявок на семейство патентов (IPF) в области технологий, связанных с водой, при этом очистка воды является крупнейшей областью изобретений, охватывающей около 60% всех этих заявок. Эффективная очистка воды, в частности автоматизация и контроль операций по очистке, показывает самый быстрый рост в последние годы.

Рост университетских инноваций

Хотя крупные компании, такие как «Veolia» (Франция), «Xylem» (США) и «Kurita» (Япония), являются основными заявителями патентов в области технологий, связанных с водой, вклад университетов и государственных исследовательских организаций заметно вырос. Их доля в международном семействе патентов, связанных с водой, выросла с менее чем 5 % в 1990-х гг. до 14 % в период с 2017 по 2021 гг. Среди ведущих учреждений – Китайская академия наук, Нанкинский университет (Китай) и CNRS (Франция).

Расширение доступа к информации

Для поддержки распространения информации о технологиях, связанных с водой, ЕПВ в сотрудничестве с национальными патентными ведомствами по всей Европе разработало новую технологическую платформу. Эта платформа основана на массивах данных, полученных в ходе исследования, и включает 77 концепций поиска, подготовленных патентными экспертами ЕПВ и 10 национальными ведомствами. Эти концепции организованы по таким темам, как чистая вода и санитария, а также защита от опасностей, связанных с водой. Эта платформа призвана помочь ученым, правительствам и предприятиям легко ориентироваться в патентной базе данных «Espacenet» ЕПВ, содержащей более 150 миллионов докумен-

тов, и найти последние достижения и возможности для дальнейших исследований в водохозяйственном секторе.

Южные государства ЕС объединяют усилия для решения острой проблемы дефицита воды в сельском хозяйстве¹⁹

Чиновники из девяти стран Южной Европы взяли на себя обязательство сотрудничать в целях развития водосберегающих технологий и методов для сельского хозяйства, сообщает »Associated Press».

Страны «MED9» — Франция, Греция, Италия, Хорватия, Португалия, Мальта, Испания, Словения и Кипр — собрались на Кипре, чтобы обсудить растущую угрозу дефицита воды в Средиземноморье, которое в большей степени, чем другие регионы ЕС, страдает от изменения климата, а также от ее воздействия на сельское хозяйство и продовольственную безопасность.

В Совместной декларации министры сельского хозяйства стран «MED9» обязуются «внедрять устойчивые методы управления водными ресурсами в сельском хозяйстве и внедрять передовые методы орошения и водосберегающие сельскохозяйственные методы и технологии, включая засухоустойчивые культуры и сорта».

В ходе встречи министр сельского хозяйства Испании Луис Планас подчеркнул серьезность ситуации, заявив: «Изменение климата представляет собой реальную угрозу производству продовольствия во всем мире, и этот риск еще более серьезен в районе Средиземноморья». Он подчеркнул двойную необходимость борьбы с изменением климата и адаптации методов ведения сельского хозяйства к этим новым условиям.

Министр сельского хозяйства Кипра Мария Панайоту отметила, что в прошлом году Европа пережила самую сильную засуху за последние 500 лет. Она выделила местные примеры инноваций, такие как «умные» си-

¹⁹ Источник: EU southern states join forces to address urgent water scarcity in agriculture // <https://smartwatermagazine.com/news/smart-water-magazine/eu-southern-states-join-forces-address-urgent-water-scarcity-agriculture> Опубликовано 5.09.2024

стемы орошения и технологии солнечной энергетики, которые помогают экономить воду и сокращать ее использование на 30%.

Министр сельского хозяйства Португалии Жозе Мануэль Фернандеш призвал ЕС выделить больше средств на поддержку разработки водосберегающих технологий. Он также призвал к новым стимулам для привлечения молодых людей в сельское хозяйство.

Министр сельского хозяйства Франции Марк Фено обсудил методы, позволяющие выращивать культуры, способные успешно расти в более суровых климатических условиях, в то время как министр сельского хозяйства Словении Матея Чалушич подчеркнул, что «адаптация к изменению климата должна быть поставлена в центр нашей общей политики», чтобы обеспечить будущее глобальной продовольственной безопасности.

В Декларации министры призывают к комплексному законодательному подходу к вопросам водообеспечения, запасов воды, учитывая критическую важность воды для первичного сектора, а также гибкость единой сельскохозяйственной политики (ЕСП) для мер по управлению водными ресурсами. Кроме того, они призывают Европейскую комиссию отдать приоритет Европейской стратегии устойчивости к водным ресурсам и обеспечить учет сельскохозяйственных и местных особенностей, будущих климатических прогнозов и проблем продовольственной безопасности.

Перевод: Усманова О., Юлдашева Г.

Верстка: Беглов И.

Подготовлено к печати
в Научно-информационном центре МКВК

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

sic.icwc-aral.uz