

Расшифровка воды:

передовые инструменты для понимания водных ресурсов

Тома Перруй

Изотопные гидрологи МАГАТЭ собирают, анализируют данные и обмениваются ими, чтобы лучше понять источники, историю и движение воды — от таяния ледников до характера атмосферных осадков и скорости испарения. Новые инструменты и методы позволяют исследователям анализировать данные о воде более точно, чем когда-либо, предоставляя важнейшую информацию для эффективного управления водными ресурсами, моделирования климата и разработки экологической политики.

«Данные о водных ресурсах — основа разумной политики и грамотных инвестиций, — говорит Генеральный секретарь Всемирной метеорологической организации Селест Сауло. — Без данных мы слепы. От данных зависят системы раннего предупреждения о наводнениях и засухах, а также проектирование объектов водной инфраструктуры, таких как водохранилища, ирригационные и дренажные системы. Изотопная гидрология дает уникальную возможность проследить за источниками воды и путями ее течения, чтобы помочь нам рационально использовать общие водные ресурсы».

Искусственный интеллект

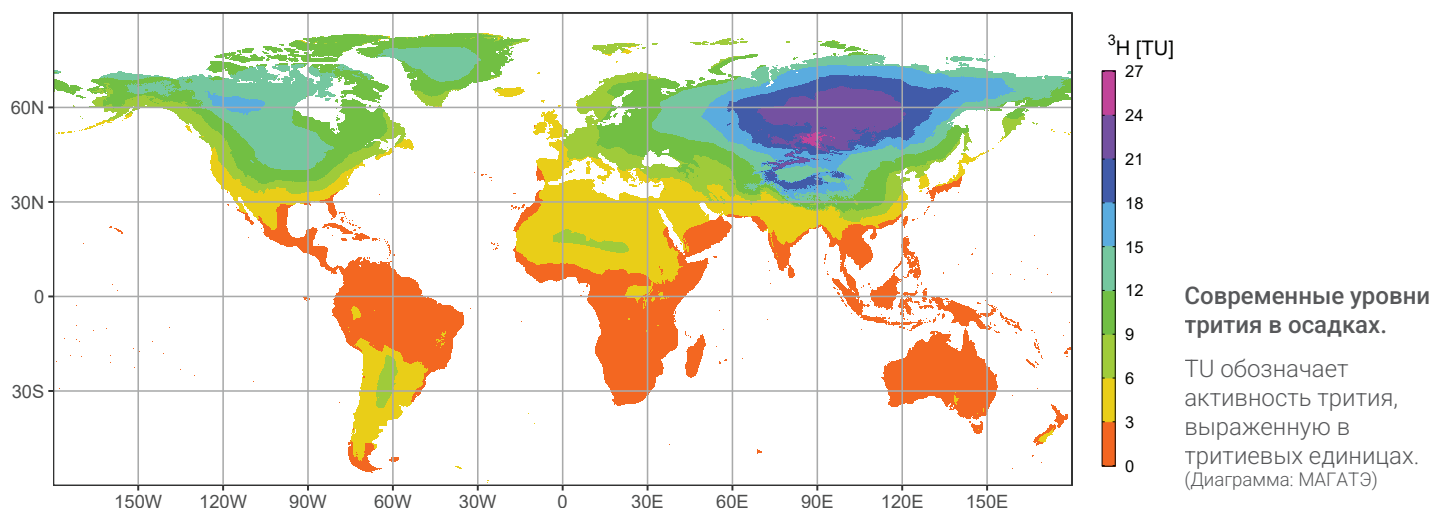
Глобальные сети водных данных постоянно расширяются, и изотопная гидрология быстро переходит в сферу больших данных. Искусственный интеллект (ИИ) и модели машинного обучения открывают новые возможности для исследования воды, улучшают прогнозы и заполняют пробелы в данных.

Исследование МАГАТЭ, в котором с помощью ИИ были проанализированы изотопные данные по 1257 озерам в 91 стране, показало, что около 20% притока воды уходит на испарение, а примерно в 10% случаев озера демонстрируют экстремальные потери при испарении, превышающие 40% от общего притока. Это означает, что многие озера не могут компенсировать испарение, что ставит их под угрозу исчезновения с течением времени. «Мы задействовали искусственный интеллект, чтобы определить основные факторы испарения, — говорит Юлия Выставная, изотопный гидролог МАГАТЭ и первый автор исследования. — В зависимости от типа климата (тропический, засушливый, умеренный, континентальный или холодный) на испарение влияют разные факторы». В исследовании использовались модели ИИ для определения того, какие озера подвергаются наибольшему риску исчезновения.

В другом исследовании МАГАТЭ были использованы модели машинного обучения для выявления факторов, влияющих на динамику воды, и оценки «фракции молодой воды» (воды, возраст которой не превышает трех месяцев) в 45 речных бассейнах по всему миру. По фракции молодой воды можно судить о том, как вода накапливается и высвобождается в окружающую среду, при этом выявляются закономерности ее удержания и стока. Это помогает лучше понять, как реки реагируют на погодные и материковые изменения, что позволяет общинам лучше подготовиться к наводнениям и засухам и более эффективно управлять своими водными ресурсами. «Поняв эту динамику, мы сможем лучше адаптироваться

Недавний анализ МАГАТЭ показал, что многие озера по всему миру не в состоянии компенсировать испарение и существует риск того, что со временем они могут исчезнуть. (Фото: Ю. Выставная/МАГАТЭ)





к проблемам, возникающим в связи с изменением климата и формирующимися моделями землепользования, обеспечивая при этом, чтобы реки продолжали оказывать свои важнейшие услуги экосистемам и человеческому обществу», — говорит директор Отдела физических и химических наук МАГАТЭ Цанка Кокалова-Уэлдон.

Эксперты считают, что использование ИИ и машинного обучения для анализа данных о воде способно значительно улучшить процессы принятия решений для устойчивого управления водными ресурсами. В поддержку этих усилий МАГАТЭ, Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры и Международный центр теоретической физики недавно разработали базу для интеграции ИИ и гидрологических и изотопных данных.

Тритиевое картирование высокого разрешения

Тритий — встречающийся в природе радиоактивный изотоп водорода, который присутствует в воде и имеет период полураспада около 12,3 лет, — ценен для выявления недавнего пополнения подземных вод и оценки их уязвимости к загрязнению. Составив карту того, где эта отслеживаемая форма водорода появляется в дожде и снеге, исследователи смогут получить представление о недавних перемещениях воды и ее источниках. Используя данные, собранные за последнее десятилетие, МАГАТЭ разработало карты распределения трития в осадках, чтобы оптимизировать отбор проб, выявить пробелы в атмосферных данных и поддержать исследования уязвимости водоносных горизонтов.

Ученые используют карты для сравнения уровней трития в осадках и подземных водах, чтобы понять, как быстро осадки достигают водоносные горизонты и взаимодействуют с ними. Если уровень трития в подземных водах близко совпадает с уровнем трития в осадках, это может свидетельствовать о быстром пополнении запасов, а это означает, что водоносный горизонт хорошо снабжается, но при этом подвержен загрязнению, поскольку

загрязняющие вещества могут легко следовать по тому же пути. Если подземные воды содержат гораздо меньше трития, чем местные осадки, это может свидетельствовать о том, что вода надежно хранилась под землей и была защищена от загрязнения в течение десятилетий или более длительного периода.

Лазерная спектроскопия закиси азота

Лазерная спектроскопия закиси азота — новый метод, позволяющий проводить высокоточные измерения изотопов, связанных с круговоротом азота (перемещение азота между воздухом, почвой, водой и организмами), что может быть использовано для отслеживания источников загрязнения. Поскольку различные источники азота (например, сжигание ископаемого топлива, сельскохозяйственные выбросы и природные процессы) имеют разные изотопные сигнатуры, ученые могут идентифицировать и различать антропогенные и природные источники загрязнения. Например в Индии, где за 30 лет использование удобрений возросло в три раза, ученые МАГАТЭ использовали этот метод для изучения влияния сельского хозяйства на водные системы. Их выводы показали, что загрязнение нитратами резко возрастает в сезон муссонов, когда сильные дожди смывают удобрения в реки и озера, ухудшая качество воды. Отслеживая изотопы, ученые могут точно определить источники этого загрязнения, что может побудить фермеров и правительства задействовать более чистые методы, чтобы улучшить качество воды и воздуха.

Развитие технологических возможностей и методов сбора данных продолжается, и МАГАТЭ активно изучает новые инструменты и подходы к анализу данных о воде для поддержки стратегий устойчивого управления водными ресурсами. «Сочетая передовые технологии с десятилетиями собираемыми по всему миру данными о воде, мы не просто изучаем водные запасы, мы даем возможность странам принимать грамотные решения в отношении их самого ценного ресурса», — говорит эксперт МАГАТЭ по геопространственным данным Штефан Терцер-Вассмут.