

Никто не видит, но все знают: Бразилия и ее соседи сотрудничают в деле защиты одного из крупнейших в мире хранилищ подземных вод

Николь Яверт

Когда-то покрытое тайной будущее самого большого хранилища подземных вод в Латинской Америке вызывало озабоченность ученых, теоретиков и политиков Бразилии, Аргентины, Парагвая и Уругвая по поводу судьбы их главного пресноводного ресурса. С использованием ядерных методов удалось найти ключи к разгадке тайны, и теперь Бразилия и ее соседи хорошо знакомы с водоносным горизонтом Гуарани и могут с уверенностью рассчитывать, что на базе новой системы защиты и устойчивого использования водой из этого водоносного горизонта можно будет пользоваться еще минимум 200 лет.



Водоносный горизонт Гуарани, расположенный под покрытыми богатой зеленью плодородными землями, простирается более чем на 1,2 млн квадратных километров и снабжает регион пресной водой для питья, сельского хозяйства и туризма.

(Фото: М. Р. Казтано-Чан/Университет штата Сан-Паулу)

Эти четыре страны, применяя один из ядерных методов – изотопную гидрологию (см. врезку), проанализировали и оценили данный водоносный горизонт в целях определения его возраста, происхождения и эволюции подземных вод, а также его качество и риск загрязнения. “Проведенные исследования сделали существенный вклад в реализацию данного проекта: они позволили получить комплексную картину всего водоносного горизонта, что важно для интерпретации множества важных геологических, гидрохимических и гидрогеологических выводов”, – говорит профессор Института геофизических и точных наук (ИГТН) Университета штата Сан-Паулу Хун Цзян Чан.

Расположенный под покрытыми богатой зеленью плодородными землями, этот водоносный горизонт простирается более чем на 1,2 млн квадратных километров,

а это в три раза больше площади Каспийского моря. В порах и трещинах его песчаника хранятся запасы более 37 000 кубических километров пресной воды, возраст этих запасов – приблизительно 200 – 130 млн лет, и они являются источником питьевой воды, за счет которой удовлетворяются потребности промышленности, сельскохозяйственного орошения и курортов на базе термальных источников в регионе.

“Это невероятный трансграничный ресурс подземных вод, который существует здесь сотни тысяч лет”, – говорит Чан. “Данный водоносный горизонт влияет на жизнь миллионов человек. Если бы доступ к нему прекратился, то воздействие по своим масштабам было бы гигантским”.

Чан добавляет, что этот водоносный горизонт особенно важен для Бразилии, поскольку страна потребляет приблизительно 90 процентов от общего объема ежегодно извлекаемой воды, который составляет один миллиард кубических метров, и от него зависят 14 млн человек.

Воздействие цивилизации

Хотя большая часть водоносного горизонта остается нетронутой, запасы воды все же испытали на себе отрицательное воздействие цивилизации. “Природа наградила этот регион богатыми водными ресурсами, но для чрезмерного потребления современным обществом их недостаточно”, – говорит Чан. “Потребление воды растет, растет и численность населения, и неконтролируемое загрязнение и нерегулируемое водопользование в некоторых районах могут создать опасную ситуацию”, – поясняет он. “Кроме того, – отмечает он, – изменение климата окажет серьезное воздействие на дождевые осадки и суммарное испарение в районах пополнения водоносного горизонта”.

Последствия чрезмерной эксплуатации и загрязнения, в силу плохих санитарных условий, создают угрозу для местного водоснабжения, что в среднесрочной перспективе может привести к экологическому дисбалансу, например, в результате роста бактерий в скважинах, бурение которых надлежащим образом не регулируются, говорит Герунсиу Роша, недавно ушедший в отставку с должности координатора группы по подготовке проекта по водоносному горизонту Гуарани в штате Сан-Паулу.



Вплоть до недавнего времени в указанных четырех странах не было никакой информации о том, как цивилизация воздействует на водоносный горизонт и как лучше всего защитить его и использовать экологически рациональным образом. Поэтому они совместными усилиями разработали проект по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития в системе водоносного горизонта Гуарани, который известен также как «проект Гуарани».

“Основная мотивация этого проекта имеет технический характер”, – говорит Роша. В рамках проекта поднимаются вопросы о потоках воды в водоносном горизонте и количестве возобновляемой воды, какое воздействие на него оказывают загрязнение и заражение, где находятся районы пополнения и стока, а также о его возрасте и химическом составе, говорит Роша. По его словам, основанием для озабоченности, помимо обсуждаемой нерегулируемой эксплуатации подземных вод, были эти и другие вопросы.

При поддержке со стороны ряда международных организаций, в том числе МАГАТЭ, был разработан проект, целью которого было провести научно-технические исследования, с тем чтобы осмыслить существование этого водоносного горизонта, а также определить, какие меры необходимы для его защиты и устойчивого использования. Упомянутые страны разработали политику защиты и устойчивого управления этим водоносным горизонтом, которая охватывает также институциональные, правовые, экономические и экологические соображения.

Определение возраста вод

Проект по водоносному горизонту Гуарани осуществлялся в период с 2003 по 2009 год, и в 2011 году был выпущен стратегический план действий. Хотя в результате осуществления этого проекта была создана всеобъемлющая база данных о водоносном горизонте, “все еще необходимо проделать большую работу для получения



дополнительной информации о нем и о его гидрологических характеристиках”, – говорит сотрудник Секции изотопной гидрологии МАГАТЭ Луис Арагуас-Арагуас.

С тех пор эти четыре страны осуществили несколько последующих проектов, и в их числе – нынешний проект МАГАТЭ, осуществляемый вместе с Бразилией и Аргентиной, цель которого – дальнейшее изучение возраста водоносного горизонта с использованием методов изотопной гидрологии. К настоящему времени в рамках этого проекта было установлено, что возраст подземных вод в центральных частях водоносного горизонта составляет до 800 000 лет.

Исторически, несмотря на существенную роль источников подземных вод, управление водными ресурсами в этом регионе сосредоточено главным образом на поверхностных водах. “Теперь, благодаря осуществлению проекта, общественность лучше осведомлена о фактических и потенциальных угрозах для водоносного горизонта”, – говорит Роша. “Для успешного управления водоносным горизонтом важно, чтобы население осознавало его значение”.

НАУКА

Изотопная гидрология

Молекулы воды имеют уникальные характерные признаки, основанные на различных пропорциях содержащихся в них изотопов, – химических элементов с атомами, в ядре которых имеется то же количество протонов, но другое количество нейтронов. Они могут быть природными или искусственными. Радиоизотопы нестабильны, и по мере их распада до восстановления стабильности они постоянно испускают энергию, которая называется радиоактивностью. Ученые могут измерить период, который требуется для распада половины радиоизотопов, который называется периодом полураспада. Зная период полураспада радиоизотопа и содержание изотопов в воде или в других веществах, ученые могут определить возраст скальных пород и воды, в которых содержатся эти радиоизотопы.

Стабильные изотопы не распадаются и остаются в неизменном виде в течение всего периода их присутствия в воде. Ученые используют различное содержание изотопов в поверхностных и подземных водах, с тем чтобы определять различные факторы и процессы, в том числе источники и изменение характеристик воды во времени, прежние и нынешние условия выпадения дождя, пополнение водоносных горизонтов, смешивание и взаимодействие водоемов, процессы испарения, геотермальные ресурсы и процессы загрязнения.