



15 СОХРАНЕНИЕ ЭКОСИСТЕМ СУШИ



Управление водными ресурсами: ядерные технологии раскрывают секреты водоносных горизонтов Боливии

Лаура Хиль



В отдельных районах Боливии люди всецело зависят от воды из водоносных горизонтов, которая используется для многих целей.

(Фото: Л. Поттертон/МАГАТЭ)

Возраст воды более 2000 лет – таков один из секретов, которые хранят атомы воды из подземного водоносного горизонта Пурапурани в Боливии. Несмотря на то, что Пурапурани снабжает водой города Эль-Альто и Вьяча, расположенные поблизости от столицы, города Ла-Пас, об этом водном ресурсе было почти ничего неизвестно. Однако с помощью ядерных технологий ученые узнают важные подробности о возрасте, качестве и источниках воды в этом водоносном горизонте. Эти данные помогают им найти способы сохранения и рационального использования столь ценного ресурса.

“Благодаря изотопам мы раскрываем секреты нашего водоносного горизонта, – говорит Паола Мансилья Ортуньо, гидролог из министерства охраны окружающей среды и водных ресурсов. – Теперь мы знаем, что в северной части горизонта неглубоко залегающая вода сильно загрязнена. Мы знаем также, что возраст воды на некоторых участках в восточной части, вероятно, составляет более 2000 лет. И еще мы знаем, что источником подземных вод другой части горизонта являются дождевые осадки Андского хребта”.

Пурапурани – один из главных ресурсов для развития района, в котором от этого водоносного горизонта площадью 300 км² зависит жизнь более одного миллиона людей. “Два города обязаны Пурапурани своим экономическим

развитием”, – объясняет г-жа Мансилья Ортуньо. Растущее население пользуется его водой для своих повседневных нужд, предприятия интенсивно эксплуатируют его, чтобы идти в ногу с урбанизацией, а крестьянам вода нужна для растений и домашнего скота.

МАГАТЭ помогло Боливии открыть первую в стране лабораторию изотопной гидрологии, и с 2012 года эксперты МАГАТЭ обучают группу боливийских ученых изотопным методам, применяемым для оценки ресурсов поверхностных и подземных вод и определения их происхождения, возраста, уязвимости к загрязнению, перемещений и взаимодействия (см. вставку “Наука” на стр. 23). “Изотопные методы дают нам полезную информацию, которую мы не могли бы получить иным способом. Это открывает новые перспективы”, – говорит г-жа Мансилья Ортуньо.

Новые возможности позволяют ученым получить ответы на вопросы, которые до этого оставались неясными. Каков возраст воды и ее происхождение? Она до сих пор хорошего качества? Сколько еще воды осталось? Ответы на эти вопросы помогают исследовать Пурапурани и выработать политику в области защиты и рационального использования водных ресурсов с учетом потенциала и ограничений этого водоносного горизонта.

Исследование и его результаты

Боливийские ученые исследуют возраст воды, поскольку он помогает понять, сколько приблизительно времени требуется для пополнения ресурсов горизонта (в данном случае – тысячи лет), и оценить пределы запасов воды в горизонте. Точно так же они проверяют воду на наличие загрязняющих веществ, чтобы узнать, что может угрожать эксплуатации водоносного горизонта в дальнейшем. В Пурапурани загрязнение воды было обнаружено лишь на ограниченном участке горизонта, и, вероятно, оно связано с попаданием в него речной воды.

“Теперь, когда мы знаем происхождение воды, нам необходимо защищать источники ее появления в горизонте, чтобы обеспечить его долговечность и чистоту”, – говорит Рафаэль Кортес, консультант министерства охраны окружающей среды и водных ресурсов и преподаватель Университета Сан-Андрес. На следующем этапе он и его коллеги-ученые планируют разработать модели искусственного пополнения водных ресурсов, позволяющие гарантировать стабильное поступление дождевой воды.

Два мира

Сотрудничество с МАГАТЭ имело для Боливии еще один положительный результат: в стране образовался многопрофильный исследовательский коллектив химиков и гидрологов.

“В этих проектах принимают участие эксперты различных специальностей, гидрологи и химики, – говорит Луис Арагуас Арагуас, специалист по изотопной гидрологии из Отдела физических и химических наук МАГАТЭ. – Гидролог, как правило, не изучает изотопы, а химик, как правило, не является специалистом по водным ресурсам.



Благодаря нашим проектам они работают вместе и обмениваются знаниями”.

В настоящее время группа работает над исследованием при помощи изотопных методов водоносного горизонта города Оруро и планирует проведение таких же исследований в других городах Боливии. В Боливии насчитывается пять крупных водоносных горизонтов городских зон, однако до настоящего времени изучались лишь три из них. Последние гидрологические исследования, проводимые при содействии МАГАТЭ, уже обсуждаются на национальных конференциях, а вузы включают изотопную гидрологию в свои учебные планы.

“С каждым проектом мы развиваемся, – говорит г-н Кортес. Сначала мы ползали, затем встали, научились ходить и теперь побежали”.

НАУКА

Изотопная гидрология

Молекулы воды обладают уникальными особенностями, которые обусловлены различным соотношением содержащихся в них изотопов – химических элементов, атомы которых содержат одинаковое количество протонов, но отличаются друг от друга количеством нейтронов. Изотопы могут быть природными или искусственными. Радиоизотопы нестабильны, и по мере их распада до восстановления стабильности постоянно испускают энергию, которая называется радиоактивностью. Ученые могут измерить промежуток времени, который требуется для распада половины радиоизотопов – он называется периодом полураспада. Зная период полураспада радиоизотопа и содержание изотопов в воде или в других веществах, ученые могут определить возраст воды, в которой содержатся эти радиоизотопы.

Стабильные изотопы не распадаются и остаются в неизменном виде в течение всего периода их присутствия в воде. Различия в содержании изотопов в поверхностных и подземных водах позволяют ученым определять различные факторы и процессы, в том числе источники воды и изменение ее характеристик во времени, прежние и нынешние условия выпадения дождевых осадков, пополнение водоносных горизонтов, смешивание и взаимодействие водных бассейнов, процессы испарения, геотермальные ресурсы и процессы загрязнения.