



Одно из пяти основных направлений устойчивого развития, где возможно достижение прогресса в результате использования ресурсов и технологий, имеющихся в нашем распоряжении сегодня.

Управление водными ресурсами с использованием изотопной гидрологии

Из всей имеющейся на Земле воды пресная вода составляет только 2,5 процента, остальная - соленая. Большая часть этой пресной воды заморожена в полярных льдах, присутствует в качестве почвенной влаги или остается недостижимой в глубинных водоносных горизонтах, в результате чего для использования доступно лишь менее 1 процента.

Устойчивое развитие человечества зависит от наличия воды. Согласно оценкам, более трети глобального производства продовольствия основано на орошении, значительная часть которого может зависеть от непостоянных источников подземных вод. Несмотря на достигнутый за последние два десятилетия прогресс в улучшении доступа к безопасной питьевой воде, приблизительно 1,1 миллиарда людей в настоящее время его не имеют. Возрастает число районов, где испытываются дефицит воды и напряженность, особенно в Северной Африке и Западной Азии. В следующие два десятилетия общая потребность в воде, как ожидается, увеличится на 40 процентов. К 2025 году две трети населения мира, возможно, будут жить в странах с умеренным или острым дефицитом воды.

Проблема заключается в том, как управлять этим исчерпаемым ресурсом в настоящее время и в будущем. С учетом того, что ресурсы пресной воды очень часто совместно используются более чем одной страной в пределах какого-либо региона, требуется принять международные и национальные меры на всех уровнях, для того чтобы улучшить доступ к воде в тех регионах, где испытывается ее дефицит, и повысить эффективность использования воды в тех регионах, где она имеется сегодня, с тем чтобы эти запасы могли быть сохранены для будущих поколений.

Ключом к устойчивому управлению водными ресурсами является наличие знаний, необходимых для принятия правильных решений. Изотопная гидрология представляет собой ядерный метод, в рамках которого применяются как стабильные, так и радиоактивные природные изотопы, для того чтобы следить за передвижениями воды в гидрологическом цикле. Изотопы могут применяться для исследования подземных вод с целью определения их источников, путей восполнения запасов, риска интрузии соленой воды или загрязнения и возможности их устойчивого использования.

Во время испарения и конденсации концентрация изотопов кислорода и водорода в молекуле воды подвергается небольшим изменениям. В результате этого на различных этапах гидрологического цикла происходит естественное мечение воды изотопными "отпечатками пальцев", которые

Мониторинг гидрологического цикла с использованием изотопов



Схема гидрологического цикла

отличаются друг от друга в зависимости от истории конкретной водной массы и ее маршрута в гидрологическом цикле. Изотопы представляют собой атомы какого-либо элемента, которые идентичны по химическому составу, но имеют физические различия. Ядерная наука способна различить эти изотопы, используя масс-спектрометрию для их "взвешивания".

Как водород, так и кислород, являющиеся составными элементами воды, содержат главным образом легкие изотопы. При испарении воды из океана более тяжелые изотопы конденсируются первыми и выпадают в виде дождя раньше, чем более легкие изотопы. Основная масса водяных испарений в атмосфере образуется над океанами. Таким образом, чем дальше от побережья идет дождь, тем меньше тяжелых изотопов содержится в нем.

На каждом этапе гидрологического цикла происходит небольшое изменение, которое проявляется в виде различия концентрации изотопов кислорода и водорода в воде, являющейся такой же уникальной, как и отпечаток пальца. Изотопы загрязнителей, таких, как металлические микроэлементы или химические соединения, растворенные в воде, могут также указывать на их происхождение.

Поступающие данные позволяют гидрологам составлять карты источников подземных вод, а климатологам лучше знать историю климата и прогнозировать последствия будущих событий по мере его изменения. Применение изотопов дает возможность получить информацию о длительных периодах погодных событий, происходивших на протяжении тысяч лет. Их характерные признаки сохраняются везде, где остаются следы гидрологического цикла - в океане и озерных отложениях, годовых кольцах деревьев, ледниках и полярных льдах, пещерных отложениях и подземных водах.

Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) оказывает поддержку использованию изотопной гидрологии с целью углубления знаний о водных ресурсах. Ежегодно МАГАТЭ выделяет около 3 млн.долл. США на свою программу в области водных ресурсов. Агентство инвестировало также около 30 млн.долл. США в осуществление 150 проектов в 60 странах, с тем чтобы улучшить управление водными ресурсами путем использования изотопной гидрологии, и в процессе этой деятельности подготовило сотни молодых ученых. Изотопные методы являются мощным инструментальным средством и могут также применяться для исследования течей в плотинах и водохранилищах, определения источников загрязнения воды и обнаружения подходящих подземных резервуаров для пароснабжения геотермальных станций.

Создание регионального потенциала

Одним из основных видов деятельности в рамках программы технического сотрудничества Агентства является содействие сотрудничеству между развивающимися странами с целью оказания помощи в накоплении на местах экспертных знаний по использованию изотопных методов. Благодаря применению этого подхода были достигнуты значительные успехи в развитии таких экспертных знаний в Африке и Латинской Америке.

Целью регионального проекта, осуществляемого в Кении, Мадагаскаре, Намибии, Южной Африке, Танзании, Уганде и Зимбабве, является создание регионального потенциала для применения изотопных методов и изотопного анализа при проведении этими странами исследований ресурсов подземных вод. Результатом этого регионального проекта стало создание современной аналитической лаборатории в Университете Витватерсранда, Южная Африка, где к настоящему времени уже проделана большая работа для того, чтобы она стала самостоятельным аналитическим центром в этом регионе. Страны, участвующие в этом региональном проекте, могут теперь включать изотопный анализ в рамки своих гидрологических исследований. Данные, собранные в ходе реализации этого проекта, используются также Танзанией при разработке планов защиты ее подземных вод.

В осуществлении аналогичного регионального проекта в Латинской Америке принимают участие 30 учреждений в Колумбии, Коста-Рике, Парагвае, Перу, Уругвае, Чили и Эквадоре, которые используют теперь изотопные и обычные методы для сбора данных о системе водоносных горизонтов. Сообща эти учреждения работают над решением проблем дефицита воды и управления ресурсами в этом регионе. В 2001 году было начато осуществление нового регионального проекта по внедрению изотопных методов в проект Глобального экологического фонда, целью которого является защита окружающей среды и устойчивое развитие водоносного слоя Гуарани - обширного пресноводного горизонта в Аргентине, Бразилии, Парагвае и Уругвае.

В течение почти 40 лет МАГАТЭ и Всемирная метеорологическая организация (ВМО) поддерживают глобальную сеть, в рамках которой осуществляется мониторинг изотопов в осадках. В глобальной сети "Изотопы в осадках" (ГСИО) осуществляется мониторинг изотопов в осадках, в

результате чего обеспечивается способность понимать процессы, влияющие на количество и географическое распределение осадков, и предоставляются базовые данные для другой работы. В будущем эта сеть мониторинга может быть расширена, с тем чтобы включить в нее мониторинг рек. Использование такой сети обеспечило бы наличие полезных справочных данных для исследований изменения климата и проведения в масштабах бассейна анализа зависимости стока от дождевых осадков, что увеличило бы объем данных, уже доступных через ГСИО.

В поиске решений

Изотопная гидрология является весьма рентабельным средством для оценки уязвимости источников подземных вод к загрязнению. Использование изотопов для определения скорости передвижения воды и мест восполнения ее запасов в системе позволяет получить исключительно важную информацию для принятия решений о том, где извлекать воду. Такие решения могут иногда означать различие между процветанием и нищетой. В Бангладеш многие общинные трубчатые колодцы имеют высокие уровни содержания природного мышьяка. Использование этих трубчатых колодцев, сооруженных в 70-е годы в качестве альтернативы небезопасным загрязненным поверхностным водам, стало причиной многих заболеваний, случаев инвалидности и даже смертей вследствие бессимптомных воздействий медленного отравления мышьяком. В настоящее время при поддержке Всемирного банка и других учреждений принимаются международные меры для проверки колодцев и определения тех из них, которые содержат недопустимо высокие уровни мышьяка, однако для нахождения долгосрочных решений этой сложной проблемы могут потребоваться многие годы. В рамках проекта, финансируемого Всемирным банком, МАГАТЭ взаимодействует с неправительственным учреждением в этом регионе с целью исследования вопроса о том, будет ли содержание мышьяка в глубинных водоносных слоях по-прежнему отсутствовать в том случае, если они будут осваиваться в качестве вариантов, альтернативных трубчатым колодцам, а также для улучшения понимания того, каким образом другие водоносные слои могут подвергнуться загрязнению мышьяком. Данные, полученные в рамках этого проекта по изотопной гидрологии, помогут специалистам по управлению водными ресурсами определить безопасные и устойчивые источники водоснабжения в Бангладеш.

Устойчивое использование водных ресурсов является глобальной ответственностью. Посредством гидрологического цикла деятельность человека оказывает воздействие на все водные ресурсы на Земле. Ввиду того, что перспектива роста дефицита воды становится все более реальной, принятие решений о том, где извлекать воду, в каких объемах использовать ее ресурсы и как управлять ими, должно основываться на надежной информации, если мы хотим сохранить эти ценные водные ресурсы для будущих поколений. Изотопная гидрология является важным инструментальным средством, которое используется во всем мире с целью предоставления информации, необходимой для принятия правильных решений сегодня и завтра.

Дополнительную информацию можно получить на веб-сайте МАГАТЭ:

<http://www.iaea.org/programmes/ripc/lih/index.html>

Серия информационных изданий Международного агентства по атомной энергии
Отдел общественной информации
02-01580 / FS Series 2/03/R