

Под ногами – Великие озера

Исследование древнейших водных богатств Северной Африки

Каир – Скрытые глубоко под землей озера – это древние сокровища из другого времени и пространства. Огромные бассейны подземных вод Нубийского песчаникового водоносного горизонта, возраст которых исчисляется тысячелетиями, сформировались в ледниковый период около 30 тыс. лет назад. В настоящее время эти соединенные между собой озера рассредоточены на разных уровнях глубоко под пустыней Сахара и населенными оазисами в Чаде, Египте, Ливии и Судане.

Важных для освоения Нубийского горизонта стратегических точек группы ученых и инженеров исследуют подземные резервуары, используя инструментарий XXI в., в том числе ядерные методы. Они ищут решения, которые помогут доставить эту древнюю воду жителям новых поселений и обеспечить ею грядущие поколения.

Д-р Фатма Абдель Рахман Аattia находится на переднем крае этой научно-поисковой работы. Она возглавляет Сектор подземных вод в Министерстве водных ресурсов и ирригации Египта и посвятила свою профессиональную деятельность совершенствованию управления скудными в Египте жизненно важными водными ресурсами.

“Египет – это Нил, – говорит она, – но есть предел тому, что мы можем из него взять. Нам нужно побудить людей переселиться в новые общины вдали от населенных центров, и освоение наших подземных вод важно как никогда. Вода – это стимул к переселению”.

Сейчас плодородные земли в долине и дельте Нила, составляющие менее одной десятой общей площади Египта, относятся к числу наиболее густонаселенных в мире. Плотность населения здесь составляет в среднем 1500 человек на 1 кв. км, а в перенаселенном Каире приближается к 20 тысячам. На остальных 90% территории Египта плотность населения падает до 2 человек на 1 кв. км.

Источники надежды

Лежащий в недрах земли и охватывающий площадь более 2 млн. кв. км (в 20 раз больше, чем площадь Великих озер в Северной Америке) Нубийский водоносный горизонт содержит самые крупные в мире запасы ископаемой воды. По оценкам экспертов, в нем заключено до 150 тыс. куб. км воды, что примерно в 30 раз больше того, что в настоящее время используется во всем мире. Сейчас освоена лишь ничтожно малая часть запасов нубийской воды, в то время как обретают все более отчетливые очертания амбициозные планы снабжения ею растущих городов и новых поселений.

Этот водоносный горизонт дает повод помечтать о цветущей пустыне; но если не ограничить его эксплуатацию, вместо мечты будет кошмар. Нубийский горизонт считается замкнутой водной системой, причем источники его пополнения не обнаружены. Со временем увеличение числа скважин, подобно множеству соломинок в одном бокале, приведет к тому, что каждому достанется меньше воды и быстрее наступит день, когда насосы начнут работать вхолостую, а бурение более глубоких скважин окажется слишком дорогим.

“Ископаемая вода не возобновляется, – говорит д-р Аattia. – Однако это не означает, что она должна оставаться под землей. Мы должны осваивать ее и обращаться с ней разумно”.

Раскрывая вековые секреты

О Нубийском горизонте известно многое, однако его расположенные на нескольких уровнях резервуары хранят не меньше секретов, чем глубины океанов и морей.

“Нубийский горизонт проходит под более чем 60% территории нашей страны, и за многие годы мы изучили отдельные его части, – говорит д-р Аattia. – Мы полагаем, что он, возможно, содержит в сотни раз больше воды, чем Египет получает сейчас из поверхностных вод Нила. Однако из-за ограниченности и труднодоступности горизонта большая часть его ресурсов не может быть освоена”.

Лица, принимающие в Египте решения в области водопользования, стоят перед многими стратегическими проблемами: какую часть запасов Нубийского горизонта смогут реально освоить Египет и соседние страны? Какова скорость пополнения горизонта? Где и на какую глубину не-



Нил, египетская река жизни, в Каире.
(Предоставлено: L. Wedekind/IAEA)

обходимо пробурить новые скважины, для того чтобы обеспечить водой новые поселения?

Власти Египта являются инициаторами национальных и региональных проектов, направленных на изучение свойств Нубийского горизонта, его характеристик и происходящих в нем процессов. Полученные данные дадут возможность уточнить топографические карты и модели нубийской системы. Часть работ ведется в рамках проектов, поддерживаемых МАГАТЭ и его партнерскими организациями, такими как Глобальный экологический фонд (ГЭФ), координирующий финансовый орган, занимающийся проблемами устойчивого развития трансграничного уровня.

Ядерные детективы пустыни

МАГАТЭ вместе с египетскими учеными участвует в стартовавшем в 2001 г. проекте по оценке Нубийских бассейнов в районах Бахария и Фарафра в пустыне в западной части Египта. Район исследований охватывает около 150 тыс. кв. км песчаных низменностей, что составляет около одной десятой всей территории Египта. Оазисы, появившиеся десятки лет назад, стали приютом для тысяч крестьянских семей. В этих местах пробурены скважины для ирригации, бытовых и коммерческих нужд, в том числе для бутилирования питьевой воды из Нубийских озер.

Вода служит основой государственной политики, направленной на ускоренное развитие новых оазисов. В результате проводимых традиционными методами гидрогеологических исследований была получена важная, но ограниченная информация о водоносных системах Бахарии и Фарафры. Чувствительные изотопные методы ныне дают ученым возможность провести молекулярный анализ подземных вод, которые они не могут видеть, но могут их извлечь на поверхность и отобрать пробы. Учитывая, что меченые атомы находятся непосредственно в молекуле воды, состоящей из водорода и кислорода, пробы воды можно четко идентифицировать, для того чтобы понять состав, движение, происхождение и процессы пополнения глубоких водоносных горизонтов.

При поддержке ГЭФ Египет готовит предложение по региональному проекту для проведения исследований, которые обеспечат более рациональное использование ресурсов Нубийского бассейна. Заместитель председателя Управления по атомной энергии Египта проф. Али Ислам Метвалли Али поясняет, что необходимо собрать как можно больше образцов воды из разных частей системы Нубийского горизонта для химического и изотопного анализа.

Трудности, обусловленные развитием Египта и ростом его населения, огромны. Чтобы справиться с ними, потребуются принять меры по сохранению уже имеющейся воды, пока будет идти разумное освоение скрытых под песками великих озер.

– Это сообщение Лотара Ведыкинда, Отдел общественной информации МАГАТЭ, вначале было размещено на Web-сайте Агентства: http://www.iaea.org/worldatom/Press/Booklets/Ssp/great_lakes.html

Подземные моря

обеспечивают жизненно важные источники воды для городов

Уже половина населения планеты живет в городах, и число городских жителей продолжает расти. Многим из них жизнь обеспечивают подземные воды.

Но поскольку города растут, можно ли сохранить источники подземных вод в новых условиях?

Джон Чилтон



(Предоставлено: R. Farduti/FAO)

Города не раз становились эпицентрами бедствий и эпидемий. За последние 150 лет успехи городских служб санитарии и медицинской эпидемиологии способствовали быстрому улучшению здоровья людей в городах промышленно развитых стран. Один из известных примеров – первая в этой области работа д-ра Джона Сноу, обнаружившего источник эпидемии холеры в Лондоне в середине XIX в. в насосе коммунального водоснабжения на Брод-стрит.

Большинство городов выросли из небольших поселений, а близость подходящего источника воды часто была решающим фактором их месторасположения. Во многих случаях, однако, первоначальные источники воды вскоре переставали отвечать критериям качества или количества, некоторые из них сейчас окончательно забыты. Нужны были новые и более мощные источники. Подземные воды можно было извлекать из глубоких водоносных горизонтов даже за пределами города. В настоящее время подземные воды играют ключевую, но неоднозначную (а часто в основном непризнанную) роль в городской среде обитания.

Водоносные горизонты городов

Основным источником коммунального и промышленного водоснабжения служат подземные водоносные горизонты. Некоторые крупнейшие города (Пекин, Буэнос-Айрес, Дакка, Лима, Мехико) используют их весьма активно, а некоторые из наиболее быстро растущих городов целиком и полностью зависят от подземных вод. Например, подземные воды из горизонтов, лежащих под Мехико или рядом с ним, дают городу более 3,2 млрд. л воды в сутки.

Однако увеличение водозабора для удовлетворения растущих потребностей в воде может превысить скорость восполнения подземных вод, что во многих случаях приводит к снижению уровня воды в городских горизонтах, наблюдаемых уже в течение многих лет. Чрезмерная эксплуатация

горизонта вызывает ряд других нежелательных последствий:

- увеличение затрат на откачку;
- изменения в напоре и направлении течения подземных вод (в прибрежных районах это может привести к интрузиям морской воды);
- возможность забора соленых вод из нижележащих геологических формаций;
- возможность инфильтрации воды плохого качества из мелких загрязненных верхних горизонтов в нижележащие.

Интенсивное истощение запасов подземных вод часто усугубляется серьезным ухудшением их качества, вызванным вышеуказанными причинами.

Быстрое истощение водоносных горизонтов может привести также и к просадкам грунта. Эти процессы могут затронуть города, расположенные как на возвышенностях, так и в низинах. В частности, Мехико (около 2000 м над уровнем моря) и Бангкок (на уровне моря) в одинаковой мере страдают от глубоких просадок грунта, вызванных изменениями в режиме подземных вод, что наносит ущерб на миллионы долларов. Просадки грунта приводят к повреждениям не только отдельных зданий и дорожного покрытия, но и подземных трубопроводных коммуникаций, усугубляя истощение и загрязнение вод. Утечки из водопроводных магистралей и канализационных коллекторов вместе с трещинами в нефтепроводах и подземных резервуарах могут увеличить дефицит воды и вызвать загрязнение грунта и подземных вод.

Там, где городские потребности в воде быстро возросли, а водоносные горизонты подверглись истощению или загрязнению, приходится использовать подземные воды из более удаленных источников, часто из пригородных районов. Эксплуатация источников водоснабжения, расположенных в пригородных районах, может породить множество проблем, создав конкуренцию в борьбе за ресурсы между нуждающимися

(продолжение на стр. 40)



2003 г.: ГОД ПРЕСНОЙ ВОДЫ

Воду называют кровеносной системой планеты – без нее невозможно наше существование. Сегодня, однако, нам грозит кризис, поскольку потребности в пресной воде превышают ее ресурсы и продолжается загрязнение рек, озер и ручьев. “Ограниченный доступ к воде для питья, гигиенических нужд и обеспечения безопасности продовольствия ложится тяжким бременем на более чем миллиард жителей планеты, – говорит Генеральный секретарь ООН Кофи Аннан. – При сохранении существующих тенденций вода может превратиться в источник роста напряженности и жестокой конкуренции между нациями, и она же может стать катализатором для развития сотрудничества”.

Для повышения информированности и стимулирования деятельности, направленной на улучшение использования и защиты этого важнейшего ресурса, Генеральная Ассамблея Организации Объединенных Наций объявила 2003 г. Международным годом пресной воды. Это решение принято в ответственный момент вскоре после того, как мировые лидеры договорились по ключевым вопросам, связанным с решением проблем водоснабжения и санитарии для 1,2 млрд. человек, лишенных доступа к безопасной питьевой воде, 2,4 млрд. человек, не охваченных необходимой системой санитарии, и в память о более чем 3 млн. человек, ежегодно умирающих от болезней, которые вызваны употреблением воды, не соответствующей санитарным нормам.

Международный год пресной воды – это год действий, год событий и время изменить ситуацию, чтобы обеспечить людей водой, которая им необходима.

Чтобы узнать больше, посетите сайт www.wateryear2003.org

ТРЕТИЙ ВОДНЫЙ ФОРУМ: 100 ВОДНЫХ ПУТЕЙ

Участники восьмидневного 3-го Всемирного водного форума, самой представительной из всех когда-либо проведенных международных встреч, посвященных воде, приняли более 100 новых обязательств, связанных с водой. Форум проводился в трех соседних японских городах – Киото, Сига и Осака с 16 по 23 марта. Было проведено 351 заседание по 38 взаимосвязанным темам, касающимся воды, в ходе которых особое внимание уделялось проблемам снабжения безопасной водой и развития санитарии во всех странах мира. В основном обсуждение было сосредоточено на задаче сохранения баланса между растущими потребностями людей в адекватном водоснабжении, улучшении здоровья и совершенствовании санитарии – и производством продуктов питания, развитием транспорта, производством энергии и экологической безопасностью; было признано также, что в большинстве стран для этого необходимы более эффективное управление, расширение возможностей и адекватное финансирование.

Чтобы узнать больше, посетите сайт: www.world.water-forum3.com/

ВЕХА В ИСТОРИИ МАГАТЭ

В 2003 г. отмечается 40-я годовщина первого международного симпозиума МАГАТЭ по водным ресурсам – признак того, насколько велика сфера охвата ядерной науки. МАГАТЭ призвано оказывать помощь государствам-членам в использовании ядерной науки и техники в мирных целях, в том числе в развитии водных ресурсов. Программа ориентирована на увеличение глобальной базы знаний в области гидрологии, в том числе на обеспечение более глубокого понимания круговорота воды, и на повышение научного потенциала развивающихся стран в отношении оценки водных ресурсов. В рамках проекта с участием ЮНЕСКО и других организаций готовится оценка ресурсов ископаемых подземных вод на основе изотопных данных об их происхождении и возрасте.

МАГАТЭ вложило около 30 млн. долл. США в 150 проектов, осуществляемых в 60 странах, с целью улучшения водопользования с применением изотопной гидрологии. Эти проекты помогли получить ценную гидрологическую информацию и расширили возможности управления водными ресурсами.

В мае 2003 г. МАГАТЭ, собрав сотни специалистов для оценки и планирования их совместной работы, провело Международный симпозиум по изотопной гидрологии и управлению водными ресурсами, который стал знаменательной вехой прогресса на этом пути.

Чтобы узнать больше, посетите сайт: www.iaea.org/worldatom/Press/Focus/Water/index.shtml

ДОКЛАД ООН ПО РАЗВИТИЮ МИРОВЫХ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Water for People, Water for Life

Насколько далеко продвинулся за десять лет мир в реализации целей устойчивого развития, сформулированных на Саммите Земли в Рио-де-Жанейро в 1992 г. и позже в Декларации тысячелетия ООН в 2000 г.? Возможно, более важно определить, сколько нам еще предстоит пройти и что мы можем сделать, для того чтобы ускорить это движение? МАГАТЭ и 22 другие организации ООН совместно подготовили основополагающий Доклад ООН по развитию мировых водных ресурсов (WWDR), в котором оценивается ситуация с водой на планете и дается всесторонняя и основанная на самых последних данных картина современного состояния мировых запасов пресной воды. Координируемый Всемирной программой по оценке водных ресурсов (WWAP) Доклад закладывает основы для регулярного мониторинга и распространения информации в масштабе всей системы ООН параллельно с развитием стандартизованных методологий и данных.

В Докладе представлена широкая глобальная картина, но наибольшее внимание уделяется ситуации в развивающихся странах, где проблема совершенствования инфраструктуры и управления стоит наиболее остро. Этим Докладом Программа имеет целью показать слабые места систем и предоставить информацию, необходимую для действенного и эффективного создания потенциала во всем мире.

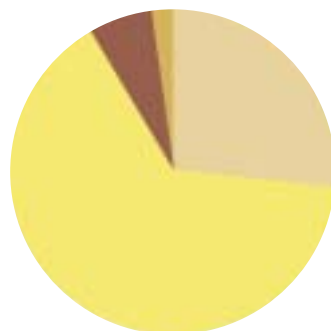
Чтобы узнать больше, посетите сайт: www.unesco.org/water/wwap/wwdr/index.shtml

Факты и цифры из WWDR

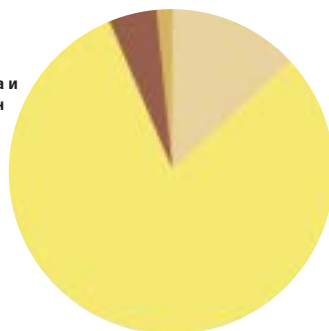
БАЗОВЫЕ ПОТРЕБНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Наибольшее число людей, не охваченных ни системой водоснабжения, ни системой санитарии, проживает в Азии. Однако доля людей, не имеющих доступа к системам водоснабжения и санитарии, наиболее высока в Африке.

Водоснабжение



Санитария



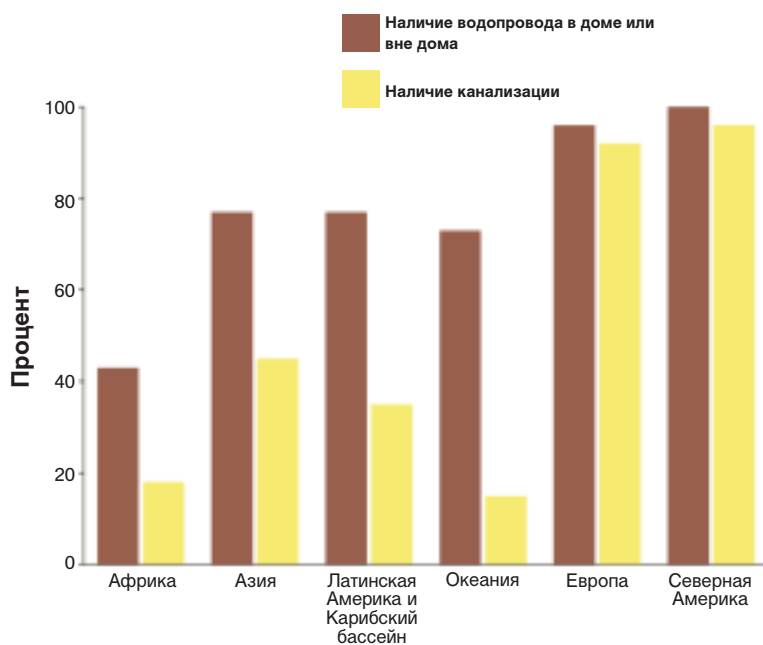
Источник данных: Извлечены из Резюме WWDR.

Совместная программа мониторинга ВОЗ/ЮНИСЕФ, 2002 г. Данные обновлены в сентябре 2002 г.

ВОДА И ГОРОДА

Около 94% домохозяйств в больших городах во всем мире пользуются водопроводом и около 86% – канализацией. Однако, как видно из диаграммы, между регионами имеются огромные различия.

Доля домохозяйств в крупных городах, пользующихся водопроводом и канализацией



Источник данных: Извлечены из Резюме WWDR. ВОЗ/ЮНИСЕФ, 2000 г.

Global Water Supply and Sanitation Assessment, 2000 Report, Geneva (Глобальная оценка водоснабжения и санитарии, Доклад 2000 г., Женева).



Жажда: нужна вода, нужны решения

События 2003 г. выдвинули на первый план связанные с водой жизненно важные проблемы, стоящие перед миллиардами людей во всем мире, и стимулировали совместные усилия для их решения.

в воде муниципалитетами и окружающими города сельскохозяйственными районами. К последним могут относиться, в частности, давно освоенные высокопродуктивные сельскохозяйственные территории, снабжающие город продуктами питания. Обе группы потребителей могут предъявить вполне обоснованные претензии на водные ресурсы и иметь достаточно возможностей и влияния для отстаивания своих интересов. Такие конфликты с трудом поддаются урегулированию.

Потоки отходов

Другое направление прямого воздействия города на качество подземных вод связано со сбросом бытовых стоков. Развитие гидравлических канализационных систем существенно облегчило сбор бытовых и промышленных стоков и сделало канализацию эффективной и не бросающейся в глаза частью городской инфраструктуры в большинстве городов развитых стран. Однако в других местах, например в некоторых районах крупных городов развивающихся стран, бытовые стоки иногда сбрасываются в поверхностные водотоки необработанными или недостаточно обработанными, что сводит функцию таких водотоков в основном к выносу стоков из крупных городов. В то же время ниже по течению, особенно на аридных и полуаридных территориях, эти поверхностные потоки, состоящие в основном из сточных вод, могут использоваться для орошения. Во многих городах, где значительные территории не охвачены гидравлическими канализационными системами, бытовые и промышленные отходы могут быть сброшены непосредственно в землю с помощью систем септикотенков или скважин для захоронения. Связанное с этим ухудшение качества подземной воды по содержанию патогенов, питательных веществ, промышленных химикатов, а также по минерализации может представлять серьезную угрозу для здоровья или сделать воду вообще непригодной для питья.

Масштабное развитие городов способно существенно изменить гидрологические процессы и пути, по которым вода поступает в подземные водоносные горизонты. Казалось бы, строительство зданий, дорог, автостоянок и других сооружений, закрывающих поверхность земли, должно уменьшить объем инфильтрации дождевых вод; но стоки, отведенные с крыш и из водосточных канав, могут все же найти дорогу в водоносные горизонты либо непосредственно через местные поглощающие колодцы, либо опосредованно через ливневые стоки, сбрасывающие воду в каналы с необлицованными стенками или в реки. Проблема загрязнения таким путем не решается. Вода с замощенных поверхностей, инфильтрующаяся в подземные горизонты, может нести с собой загрязнения, связанные с автотранспортом, противообледенительными химикатами, пестицидами и бактериями.

Во всех системах распределения воды существуют более или менее значительные утечки; достаточно распространены потери воды в пределах от 25 до 40%. В основном вода просачивается в подстилающие водоносные горизонты, и ее общий объем может быть весьма значительным. В этом отношении самый крайний пример – столица Перу Лима, где потери воды из системы водоснабжения в одном районе обеспечивают пополнение водоносного горизонта, эквивалентное 360 мм осадков в год, по сравнению с естественным уровнем пополнения 20 мм в год и менее, характерным для аридных терри-

торий. Даже если такая вода в целом хорошего качества, там, где существуют утечки и из канализационной системы, пополняющая горизонт вода может быть низкого качества как по химическому, так и по бактериологическому составу.

Подъем уровня подземной воды

Таким образом, источники и процессы, обеспечивающие пополнение водоносных горизонтов на городских территориях, могут существенно меняться, и возникающая в результате дополнительная инфильтрация может компенсировать последствия увеличивающегося водоотбора. В самом крайнем случае, имеющем место в районе Аравийского полуострова, пополнение за счет привозной воды настолько больше ничтожно малого естественного пополнения, что оно превышает емкость водоносного горизонта. В результате уровень грунтовых вод поднялся до поверхности земли, что привело к подтоплению фундаментов.

В некоторых городах развитых стран мира сочетание увеличения пополнения и уменьшения забора подземных вод (в связи со спадом промышленного производства или перебазируванием предприятий) привело к локальному восстановлению уровней подземных вод. Водоносные горизонты, десятилетия остававшиеся обезвоженными, сейчас полностью восстановлены. Такие города, как Бирмингем, Лондон и Токио, фактически уже сталкиваются с проблемами, связанными с подъемом уровня подземных вод, от которого страдают транспортные туннели, фундаменты, автостоянки и метрополитены, построенные до того, как грунт вновь стал насыщенным водой.

Урбанизация существенно влияет на подземные воды, на их количество, водоносность и качество. Изменение уровня подземных вод как в сторону подъема, так и снижения также может создавать инженерные проблемы для инфраструктуры и различных объектов. В быстрорастущих городах городскими подземными водами можно рационально управлять на устойчивой основе, при условии что будут согласованы иногда вступающие друг с другом в противоречие потребности и приоритеты систем водоснабжения, удаления отходов и подземных инженерных коммуникаций. Справиться с этой задачей в наших силах. Признание городских сточных вод жизненно важным ресурсом и их учет в стратегиях рационального водопользования – верный путь к достижению этой цели. Меры, предусматривающие равноценный обмен частично обработанных ирригационных сточных вод в порядке компенсации за пресную подземную воду, откачанную с территорий за пределами городов, также могут содействовать урегулированию конфликтов из-за спроса на воду.

Джон Чилтон, сотрудник Программы по изучению ресурсов подземных вод и качеству воды Британской геологической службы, базирующейся в Уоллингфорде, Соединенное Королевство, участвовал в исследованиях проблем подземных вод, финансированных МАГАТЭ. Данная публикация представляет собой обновленный вариант статьи, впервые помещенной в журнале "Наша планета", издание Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП), координирующей мероприятия в рамках ООН по случаю Всемирного дня водных ресурсов 2003 г. Эл. почта: pjch@bgs.ac.uk