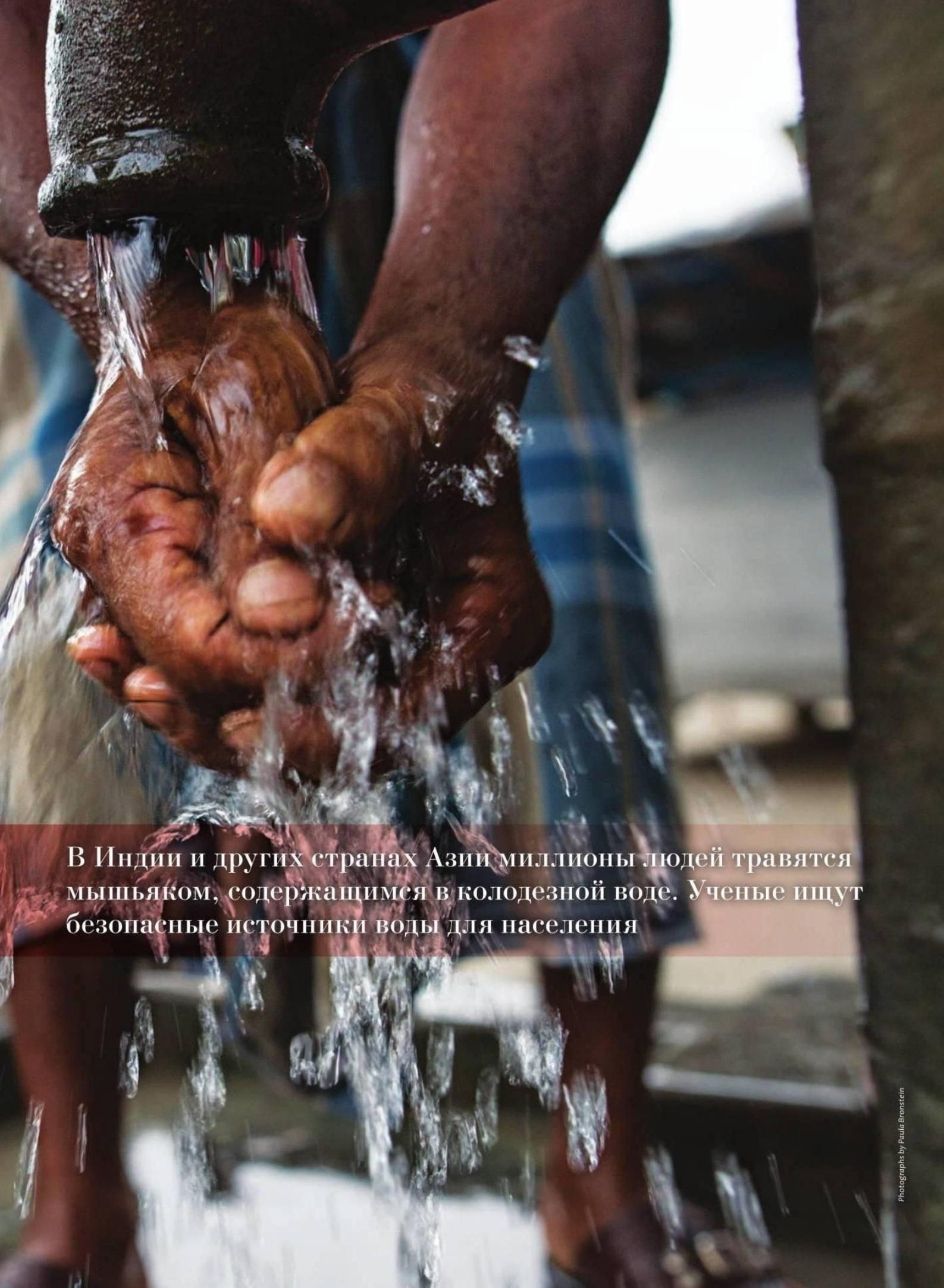


Люди моют руки в воде, содержащей мышьяк,
текущей из деревенской колонки в Колсуре, Индия

ЗДРАВООХРАНЕНИЕ

СМЕРТОНОСНАЯ ВОДА

Кэти Дейгл



В Индии и других странах Азии миллионы людей травятся мышьяком, содержащимся в колодезной воде. Ученые ищут безопасные источники воды для населения

ОБ АВТОРЕ

Кэти Дейгл (Katy Daigle) — журналист из Нью-Дели, пишет о проблемах окружающей среды.



В свою первую брачную ночь Гита Пауль (Gita Paul) поняла, что обречена. Родители выдали ее замуж за человека, которого она никогда раньше не видела, он жил в Колсуре, бедном поселке далеко от ее родного дома, среди рисовых полей, пастбищ и сгрудившихся домиков рядом с Колкатой (Калькуттой) — городом на востоке Индии. Такие спланированные браки между незнакомыми людьми часто случаются в этом регионе. Но когда Гита увидела своего мужа, она с ужасом обнаружила, что его кожа покрыта ранами и струпьями. Потом она познакомилась с его семьей. Старший брат потерял ступню из-за того, что она начала разлагаться, сестра была очень болезненной, другой брат умер в возрасте 30 лет. Многие люди в деревне были больны. «Я никогда раньше такого не видела, — рассказывает Гита спустя много лет, сидя на кривом крыльце своего маленького семейного жилища. — Я подумала, что это заразная болезнь».

Когда струпья появились и на коже Гиты, она уже знала, что болезнь не передается по воздуху, а таится в воде. Исследователи провели простые анализы и сообщили, что заболевание у людей вызывает прохладная чистая вода из деревенского колодца, отравленная мышьяком. Гита решила, что им с мужем надо переехать. Они потратили все свои сбережения, чтобы перебраться в соседнюю деревню. Но и там люди умирали, и, по словам жителей, вода в колодце там тоже была отравлена.

Как минимум 140 млн людей в Азии пьют воду, содержащую мышьяк. Она поступает из бесчисленных скважин и накачивается ручными насосами через пластиковые или металлические трубы, врытые глубоко в землю. По данным государственной переписи, более 18 млн таких маленьких колодцев были вырыты вручную по всей Индии в течение последних трех десятилетий. Их делали глубокими, чтобы туда не попадали поверхностные

воды, кишачие болезнетворными бактериями или загрязненные промышленными стоками. Однако смерть таилась и в глубине.

Мышьяк природного происхождения убивает человеческие клетки, вызывая сначала появление струпьев на коже, затем, накапливаясь в организме, повреждения мозга, заболевания сердца и рак. Грунтовые воды с мышьяком обнаружены в 30 странах начиная от Аргентины, Китая, Камбоджи и Вьетнама и заканчивая некоторыми областями в Канаде и США.

В наше время грунтовые воды используются все интенсивнее, поскольку людям нужна питьевая вода, фермерам необходимо поливать посадки, чтобы вырастить урожай и накормить большое население, и все это только ухудшает ситуацию. Интенсивная откачка воды приводит к изменению направления подземных потоков, так что вода, которая раньше была чистой, теперь протекает через

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- В беднейших густонаселенных местах на планете роют питьевые колодцы, чтобы избежать распространения бактерий, но во многих таких колодцах вода отравлена мышьяком, поступающим с грунтовыми водами из-под земли.
- Из-за увеличения численности населения резко возрастает интенсивность использования воды, что приводит к изменению направления подземных потоков, загрязнению колодцев и отравлению людей.
- Появление опасных зон можно предсказать, если проводить картирование подземного рельефа, химических особенностей почвы и воды. Но такое картирование — достаточно сложная задача.



Жертва отравления: лежащий человек — Шривас Пауль, житель Колсура, отравившийся мышьяком из колодезной воды; пятна на его теле — симптомы отравления

слои, содержащие мышьяк, а колодцы, раньше дававшие чистую воду здоровой деревне, внезапно становятся причиной катастрофы.

Ученые ищут новые подходы к решению проблемы: создают карты подземных слоев, чтобы определить безопасные места для бурения скважин. Но направление подземных потоков быстро меняется, происходят непредсказуемые химические реакции. «Это ужасная и безвыходная ситуация, мы так быстро меняем подземную среду, что сами с трудом успеваем за изменениями», — говорит Дипанкар Чакраборти (Dipankar Chakraborti), специалист по аналитической химии, занимающийся проблемами окружающей среды. 28 лет он изучал данную проблему в Джадавпурском университете в Колкате, где возглавлял Школу экологических исследований. Сейчас в университете идет создание научно-исследовательской организации, носящей его имя (*DC Research Foundation*), для дальнейшего изучения проблем, связанных с мышьяком.

Проблема колодцев

Если страдают богатые регионы, например юго-запад США, то они находят деньги и возможности для фильтрации воды. Однако во многих случаях пострадавшее население еще и очень бедное. Южная Азия — одна из зон наиболее высокого риска, там грунтовые воды с мышьяком находятся под густонаселенными территориями Индии, Непала и Бангладеш. Хотя по нормам Всемирной организации здравоохранения опасным считается содержание мышьяка свыше 10 мкг/л, в Индии закон разрешает до 50 мкг/л, а во многих колодцах его содержание в разы превышает даже этот местный стандарт.

Такие проблемы в Индии стали появляться в 1960-х гг., когда в стране начали использовать грунтовые воды из-за того, что поверхностные водные источники были отравлены патогенными бактериями, содержали застойную воду и не были защищены от попадания вод канализации или сельскохозяйственных стоков. В 1969 г. при

Опасная вода: этот пруд, расположенный в Индии рядом с городом Берачампа, используется жителями для купания и стирки одежды, хотя в грунтовых водах этого района обнаружен мышьяк



поддержке международных организаций, таких как ЮНИСЕФ, в Индии была запущена программа стоимостью \$125 млн для бурения глубоких скважин и было создано более миллиона колодцев. Казалось, что другого выбора не существует. В Индии нет инфраструктуры для хранения, распространения или фильтрации воды, и сейчас вне крупных городов ситуация остается без изменений.

Скважины считались недорогим и спасительным решением проблемы. В Индии 1,25 млрд человек, около 80% сельского населения и 50%

городского пользуются грунтовыми водами для питья, приготовления пищи, полива полей и садов. С помощью грунтовых вод была решена еще одна важнейшая проблема: в 1980-х гг. часть страны жила под угрозой голода. Сейчас Индия использует воду для орошения, при этом около 91% воды тратится на выращивание риса, пшеницы и сахарного тростника.

Однако сельскохозяйственный подъем имел свои последствия. Большинство скважин уходят на глубину 50–200 м, заканчиваясь сразу, как только



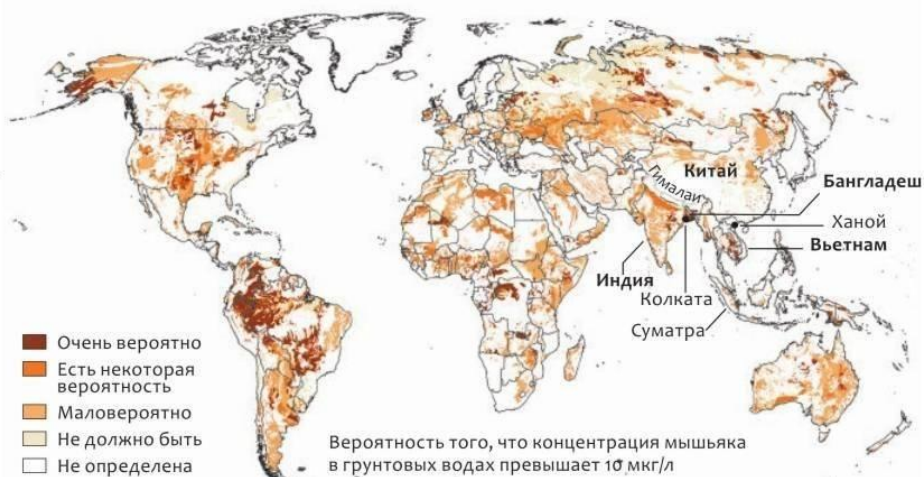
достигают первого слоя воды, не содержащего поверхностных бактерий. К сожалению, именно на этой глубине обнаружены основные залежи мышьяка в регионе, про которые тогда еще не все было известно. На чуть большей глубине вода обычно пригодна для питья. Но на бурение более глубоких скважин нужно больше времени и денег и требуются более прочные материалы, а многие бедные крестьяне не могут себе этого позволить.

Были и другие препятствия. Повсеместные невежество и пассивность населения заводят в тупик

все старания по просвещению людей о существующих рисках. Решения, казавшиеся простыми, такие как сбор дождевой воды или ее фильтрация прямо на месте, оказались слишком сложными для безграмотного населения и часто вызывали непонимание. Потраченные усилия были бессмысленны, поскольку люди не берегут трубы и пластиковые укрытия. Фильтрация воды через ведра с песком обычно воспринимается как долгая тяжелая работа. Обеззараживающие таблетки, которые раздают ученые и активисты, используются

Выслеживание мышьяка под землей

Мышьяк — элемент природного происхождения, он содержится в составе минералов в почве и горных породах по всему миру, обычно в соединениях с металлом. При соприкосновении с грунтовыми водами мышьяк может высвободиться и попадать в воду в концентрациях, опасных для здоровья человека (более 10 мкг/л). Химические реакции, в результате которых высвобождается мышьяк, могут быть запущены двумя способами. В щелочной среде при повышенном значении pH вода, содержащаяся в почве, способствует высвобождению аммиака. То же самое происходит, если в почве, богатой органикой, вода содержит мало кислорода. Изучая водные потоки и особенности почв в различных частях земного шара, ученые пытаются определить, в каких местах опасность наиболее вероятна.

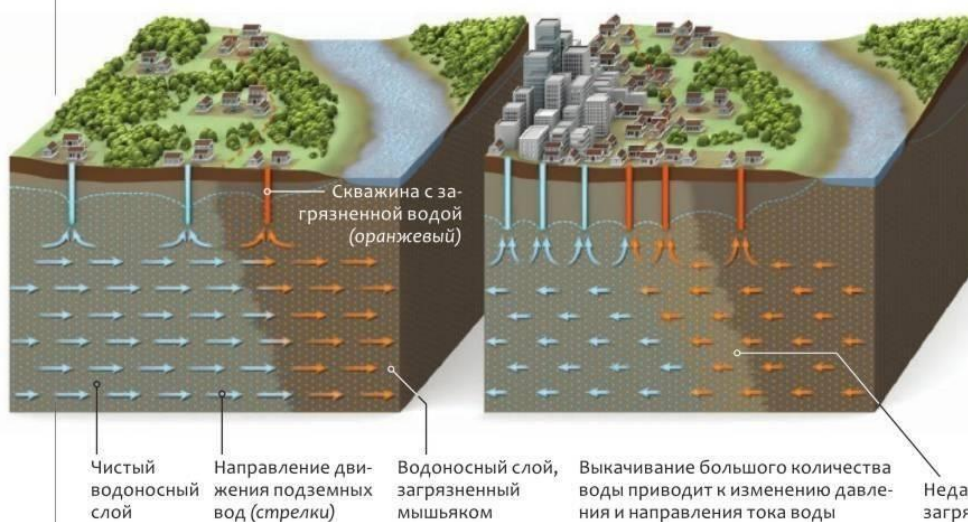


Отравленная почва — это глобальная проблема

Исследователи из Швейцарского федерального института водных наук и технологий (Eawag) создали карту мира, где обозначена степень риска попадания мышьяка в грунтовые воды, определенная на основе особенностей почвенных условий. Благодаря наличию большого количества кислорода в почвах в сочетании с повышенным уровнем pH воды некоторые районы Аргентины и Чили, вероятно, попадают в группу риска. Риск повышен и там, где богатые органикой почвы и низкое содержание кислорода, — это характерно для районов, расположенных в дельтах рек, например в Северной Индии, Бангладеш и бассейне Амазонки.

НИЗКАЯ ЧИСЛЕННОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ

ВЫСОКАЯ ЧИСЛЕННОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ



Развитие района может привести к усилению загрязнения

При возрастании численности населения для питья и полива выкачивается больше грунтовых вод, из-за этого может меняться направление течения подземных вод и происходить их загрязнение мышьяком. Например, во Вьетнаме Ханой выкачивает воду из чистого слоя, который питается потоками, текущими далеко от города. Этот поток выталкивает воду из соседнего слоя, загрязненного мышьяком. Однако численность населения растет, и Ханой начал выкачивать слишком много воды из чистого слоя. Давление там стало ниже, чем в загрязненном слое, направление тока воды начало меняться, и отравленная вода приблизилась к городу.

жителями неправильно, потому что они элементарно не могут прочесть инструкцию. Более долгосрочные решения, такие как крупные фильтрационные установки, которые могли бы облегчить жизнь миллионам людей, оказались слишком дорогими и технологически сложными, к тому же сильно страдают от плохого обслуживания.

«Конечно, лучше всего было бы не использовать никакой загрязненной воды, — говорит Михаэль Берг (Michael Berg), возглавляющий изучение проблем загрязнения воды в Швейцарском федеральном институте водных наук и технологий

(Eawag). — Но если сравнивать с поверхностными водами, загрязненными патогенными микробами, грунтовые воды — это меньшее из зол».

Геология убийцы

Мышьяк — достаточно распространенный элемент. Лишенный вкуса, цвета и запаха, он издавна был излюбленным орудием убийства. Даже в очень небольших дозах он ядовит для большинства живых организмов.

Равнины у подножия Гималаев относятся к числу областей с наиболее высоким в мире содержанием

мышьяка. Когда вследствие столкновения тектонических плит сформировалась огромная горная система, склоны гор, содержащие пирит с примесью мышьяка, подверглись выветриванию и вымыванию быстрыми водными потоками. Реки разнесли его по территории Индии, Бангладеш, Китая, Пакистана и Непала. Когда мышьяк попадает в воду, происходит химическая реакция, в результате которой образуется соединение мышьяка с кислородом и железом или другими тяжелыми металлами, и частицы оседают на дно реки, создавая полосы грунта, содержащие мышьяк. На протяжении тысячелетий илистые отложения формировали древнюю равнину в дельте рек Ганг, Мегхна и Брахмапутра, и сейчас это густонаселенная территория площадью 700 тыс. км³ с 500 млн жителей.

Если бы не был нарушен природный порядок, большая часть мышьяка должна была бы остаться под землей. Но даже когда скважины делают в тех местах, где рек больше нет, можно наткнуться на мышьяк. «Недостаточно просто посмотреть, где сейчас проходит русла рек, — рассказывает Чакраборти, проводя пальцами вдоль реки на карте и прихлебывая кофе из мензурки у себя в лаборатории, где он принимает посетителей под пологом, образуемым ветвями комнатных растений. — Вы должны учитывать, как менялись пути водных потоков. Был момент, когда все здесь было покрыто водой. Значит, в этом месте вероятность найти мышьяк гораздо выше».

Не всегда мышьяк вымывается из почвы в воду. Для этого должны быть определенные геологические условия. Изучая данный вопрос, исследователи выделили две основных последовательности, приводящих к высвобождению мышьяка, что позволяет определять вероятность риска.

Согласно первому сценарию, мышьяк высвобождается в щелочной среде, это происходит в богатых кислородом почвах, где вода имеет щелочную реакцию, например в засушливых областях Аргентины или Юго-Запада США. Под действием такой воды запускается химическая реакция, в результате которой образуются оксиды железа и других металлов. При этом мышьяк, который раньше удерживался внутри соединения, высвобождается и обретает способность растворяться и загрязнять грунтовые воды.

Второй сценарий реализуется в богатых органикой почвах с низким содержанием кислорода. Это



Охотник за мышьяком: «Мы с трудом успеваем за изменениями», — говорит Дипанкар Чакраборти, химик из Джадавпурского университета, изучающий, как мышьяк попадает в грунтовые воды

характерно для пойменных зон и участков в устье рек, где поверхностный слой образовался недавно и слабо переработан бактериями. Такие условия встречаются в местах с чрезвычайно высокой численностью жителей, в том числе на севере Индии, в Бангладеш и других странах Южной Азии, таких как Вьетнам. В данном случае бактерии с помощью специальных ферментов запускают химические реакции, отцепляя оксиды железа, которые удерживали мышьяк в связанном виде. Так что, если взять горсть почвы, например, из Северной Каролины, где в грунтовых водах нет мышьяка, и закопать ее в Бангладеш, то выделится мышьяк.

Его выделение будет продолжаться до тех пор, пока остается достаточное количество органического вещества для питания бактерий, колонии которых на большой глубине растут медленнее. Удобрения, в избытке используемые в Индии, дополнительно поддерживают данный процесс. Он может ослабляться при наличии в почве некоторых неорганических веществ, например сульфидов, которые связываются с мышьяком, образуя нерастворимые соединения. Но такие соединения сохраняются только до тех пор, пока содержание кислорода невелико. При попадании дополнительного кислорода он может быть использован бактериями для переработки сульфидов, и при этом опять же высвободится некоторое количество мышьяка. Таким образом, если водоносные слои часто истощаются и возобновляются, так что свежая вода с большим количеством кислорода



Беда из колонки: в городе Кальяни в Индии дети набирают из колонки воду с мышьяком, которая используется для питья и приготовления еды (сверху); государство плохо следит за состоянием простых очистных сооружений для удаления вредных веществ: это сооружение, расположенное в Колсуре, уже сломано (справа)

просачивается под землю, это может провоцировать новую волну выделения мышьяка. Подобные водоносные слои характерны для Индии, и поэтому здесь возникают условия, способствующие непрекращающемуся выделению мышьяка на протяжении длительных периодов.

Карта опасных зон

На сегодня наиболее загрязненные скважины выявляются во время длительного и трудоемкого процесса обхода каждой деревни и проверки каждого колодца с помощью полевого химического набора. В воду добавляют определенные вещества, затем в закрытый контейнер помещают тестовую полоску, которая улавливает выделяющийся мышьяк. Спустя десять минут по окраске полоски определяют приблизительный результат: белый цвет означает, что вода чистая, красный — загрязненная.

В полевых условиях проводят примитивный анализ, показывающий загрязнение только выше



определенного уровня. Для более точного результата воду надо проверять в лаборатории.

Поскольку проблема распространена очень широко, ученые редко обнаруживают ее своевременно, чаще они приходят проверять колодец, когда люди уже на протяжении многих лет пили отсюда воду, содержащую мышьяк. Поэтому некоторые исследователи занялись поиском более быстрого пути: они изучают снимки земной поверхности,



Растущая проблема: рисовое поле неподалеку от Колсура, так же как и остальные, нуждается в орошении, несмотря на то что вода здесь загрязнена

сделанные из космоса, и наносят на карту направления движения вод, чтобы определить тип подземных отложений и предсказать, где с большей вероятностью может обнаружиться мышьяк. Они утверждают, что такие методики помогут сэкономить государственные средства, поскольку уменьшится число скважин, которые надо проверять, или, наоборот, можно будет своевременно забить тревогу в местах, которые до сих пор считались безопасными.

В 2006 г. Берг и другие исследователи из *Eawag* приступили к созданию карты распространенности мышьяка на планете, воспользовавшись моделями, построенными на таких данных, как состав почвы, наклон поверхности и водные потоки. В 2008 г. был опубликован первый вариант карты, на которой была показана вероятность риска для разных регионов; в ближайшее время планируется выпуск новой версии, более подробной и основанной на результатах новейших исследований.

Берг, возглавивший проект, рассказывает, что такие модели позволяют прогнозировать наличие опасности там, где еще не проводилось анализов воды. Например, их исследовательская группа сумела предсказать, что большие территории в Индонезии, в районе Суматры, находятся в опасности. «Затем мы отправились туда и провели анализы, и наше предположение подтвердилось. Мы убедились в полезности таких моделей».

В 2013 г. Китайский медицинский университет совместно с *Eawag* приступил к созданию

Китайской модели определения рисков загрязнения. Ранее, в 2001–2005 гг., была проведена проверка около 445 тыс. скважин, и около 5% из них содержали мышьяк в количестве, превышающем 50 мкг/л, предельно допустимые по стандартам, принятым в Индии. И значительно большее количество скважин содержало мышьяк в концентрации, превышающей более строгие нормы ВОЗ. Поскольку обширные районы страны остаются непроверенными, ученые хотели помочь политикам предпринять нужные действия. «Существует барьер между наукой и обществом. Мы должны каким-то образом показать политикам, что можем помочь при решении реальных проблем», — рассказывает химик Луис Родригес-Ладо (Luis Rodríguez-Lado), работающий сейчас в Университете Сантьяго-де-Компостелы в Испании, автор статьи, опубликованной в *Science* в августе 2013 г. Результаты анализа воды из конкретных скважин в 77% случаев согласуются с тем, что предсказывает китайская модель. По словам Родригеса-Ладо, эти данные помогут сохранить жизни, деньги и время, указав, какие скважины надо проверить.

У подобных моделей есть и ограничения. Поскольку они основаны на данных о поверхности земли и на свежей информации о направлении водных потоков, они плохо предсказывают состав более древних и неизвестных подземных водных объектов. «Наши прогнозы всегда основаны

Ученые изучают снимки земной поверхности, сделанные из космоса, и наносят на карту направления движения вод, чтобы определить тип подземных отложений и предсказать, где с большей вероятностью может обнаружиться мышьяк

на том, что мы наблюдаем на поверхности, — говорит Берг. — Мы не можем уловить то, что связано с более старыми отложениями».

Родригес-Ладо рассказывает, что для исключения ошибок при построении моделей необходимо пользоваться точной и свежей информацией. Когда исследователь приступил к работе над китайской моделью, то, ориентируясь на сухой климат и особенности распределения осадков, он предполагал, что там будут щелочная среда, богатые кислородом почвы и вода, содержащая основания.

По его словам, для большей части Китая предполагался кислородный сценарий высвобождения мышьяка. Но информации по Китаю было крайне мало, и быстро выяснилось, что водоносные слои здесь бескислородные, как в Индии и Бангладеш. Пересчет с учетом таких параметров повысил точность предсказаний.

Существуют и другие ограничения в использовании карты опасных зон, например недостаточное разрешение. Шаг координатной сетки у Китайской модели определения рисков загрязнения составляет 25 км, что слишком много для определения того, какие конкретно деревни находятся под угрозой. «Построение моделей может быть полезным, но им свойственна некоторая ограниченность, — говорит геохимик Александр ван Геен (Alexander van Geen) из Обсерватории Ламонта — Дюэрти Колумбийского университета. — Предположим, модель предсказывает, что вероятность наличия мышьяка в определенном районе составляет 20%. Я ведь все равно захочу проверить мой колодец, верно?»

В Индии настолько интенсивно используют грунтовые воды, что в ближайшие 20 лет критический уровень содержания мышьяка будет достигнут в 60% подземных вод страны, если не будет резко сокращена их выкачка

Неудачные решения

Правительства пробовали другие способы решения проблемы обеспечения водой, но безуспешно. Несколько лет назад власти Западной Бенгалии построили трубопровод для транспортировки чистой воды из Колкаты на восток в деревни. Но вода течет всего несколько часов в день и, кроме того, доходит не до всех поселков. О пластиковых трубах плохо заботятся, поэтому многие стоят пробитыми и вода вытекает сквозь неровные дыры, образуя грязные лужи на обочинах дороги.

В Западной Бенгалии и Бангладеш были установлены сотни очистных установок, каждая стоимостью в среднем около \$1,5 тыс. Чакраборти и другие ученые показали низкую эффективность механизмов, использующих простые цилиндрические фильтры. В одном исследовании оценили качество работы 13 очистных установок, выпущенных разными компаниями, и оказалось, что только две из них поддерживали уровень содержания мышьяка ниже предельно допустимого по индийским стандартам. И ни одна не достигла стандарта,

принятого ВОЗ. К тому времени, когда в 2005 г. исследование было опубликовано, оно уже потеряло свою актуальность: плохое обслуживание техники привело к тому, что из всех тех проверенных установок работающих осталось только три.

Создание глубоких скважин слишком дорого для деревни, и исследования Чакраборти показывают, что это дает всего лишь краткосрочный эффект. Глубоко залегающие водоносные слои, расположенные в 200 м от поверхности земли, с помощью плотного слоя глины частично защищены от вышележащих, содержащих яд. «Частично» здесь — ключевое слово. В слое глины есть дыры и трещины. Поэтому выкачка воды с большой глубины может дать временную пользу, но в итоге смертоносная вода может попасть в нижние слои и загрязнить их.

В Индии это уже происходит. Там настолько интенсивно используют грунтовые воды, что в ближайшие 20 лет критический уровень содержания мышьяка будет достигнут в 60% подземных вод страны, если не будет резко сокращена их выкачка. Чакраборти обнаружил, что в поселке Джайнагар в Западной Бенгалии в восьми колодцах, где раньше уровень содержания мышьяка был безопасным, он резко подскочил до опасных значений всего за пять лет, с 1995 по 2000 г.

Если меняется соотношение давления между двумя водоемами, мышьяк может перемещаться не только вертикально, но и горизонтально, из загрязненного слоя воды в соседний чистый. В настоящее время такое перемещение угрожает Ханю. Он получал воду из чистого водоносного горизонта, в который поступает вода с территорий, удаленных от города. Поток отталкивает от города воду из соседнего, загрязненного участка. Но по мере роста столицы Вьетнама город забирал все больше и больше воды из безопасного слоя — и направление потока изменилось. Вода из загрязненного слоя, рядом с рекой Хонгха, полилась в сторону ранее чистой, потребляемой городом. Ван Геен считает, что это повод для беспокойства, но отмечает, что пока проблема развивается не быстро. В его исследованиях показано, что мышьяк движется в 16–20 раз медленнее, чем вода, по-видимому, он по-прежнему связан с другими веществами в почве и только постепенно будет высвобождаться в результате подземных химических процессов.

В Индии все происходит гораздо быстрее из-за высокой численности населения и усилий, предпринимаемых для того, чтобы это население накормить. Вряд ли кто-то следил за выполнением закона, запрещающего чрезмерное использование грунтовых вод, принятого в 1986 г. Даже там, где поля располагаются рядом с озерами и реками,

фермеры используют для полива грунтовые воды. Когда в воде нет необходимости, землевладельцы выкачивают ее для продажи на черном рынке. И мышьяк попадает в пищевую цепь. Он встречается в рисе, коровьем молоке и говядине. Чакраборти обнаруживал его даже в бутылках с газированной водой и в ампулах со стерильной водой, которую используют в больницах для инъекций.

Борьба за безопасность

Ван Геен, как и другие ученые, считает, что хотя построение моделей, предсказывающих места возможного загрязнения, может быть полезно, это не отменяет необходимость проверять конкретные скважины. Он призывает использовать дешевые наборы для анализов прямо на местах. Они не так точны, как лабораторные анализы, но дают немедленный результат при минимальных затратах. Ученый полагает, что проведение подобных анализов может дать людям дополнительные рабочие места. Как показали исследования в 26 деревнях штата Бихар, около двух третей жителей готовы заплатить 20 рупий, или около 30 американских центов, чтобы кто-нибудь проверил их колодцы.

«У нас нет возможности проверить все частные колодцы, поэтому нам надо привлечь группу лаборантов и создать им материальную заинтересованность в проведении анализов», — говорит ван Геен. В Бангладеш он с коллегами нанес с помощью GPS на карту данные об опасных и безопасных колодцах, так что жители легко могут найти безопасный источник воды.

Партнер ван Геена по исследованиям гидрогеолог Чандер Кумар Сингх (Chander Kumar Singh) из Университета TERI в Дели показал, что если местные жители платят за проверку, то они внимательнее отнесутся к результатам и с большей вероятностью переключатся на использование безопасных, хотя и более удаленных колодцев. Исследователи выясняют, как социально-экономические факторы, такие как размер дохода или принадлежность к определенной касте, могут помешать людям использовать безопасные колодцы вместе с представителями других каст или теми, у кого меньше денег. По словам Сингха, незаметно, чтобы правительство было озабочено этим вопросом, но он надеется, что некоторые их исследования помогут в поисках правильного пути.

Чакраборти обучал помощников, чтобы они на велосипедах или поездах ездили по деревням и собирали пробы воды. Он организовал международные конференции и возглавил группу врачей, студентов и активистов для проведения медицинских осмотров. Кроме того, он учредил фонд для финансирования своих исследований и проведения бесплатных анализов воды для малоимущих жителей. Но когда все это не произвело должного впечатления на население, он отказался от своего

неприятия старой индийской иерархической системы и вспомнил о своей принадлежности к высшей касте брахманов: теперь он надевает белые одежды и священную нить, которую носят праведные мужчины-брахманы, и указывает людям безопасные колодцы. Он говорит, что ненавидит это, но будет делать так и дальше. «Мне нужно просто достучаться до матери семейства, и тогда я буду уверен, что с их семьей все будет в порядке».

В деревне, где живет Гита, ее муж Шривас мучается от головных болей, постоянной боли и истощения. Его тело покрыто заскорузлыми язвами, а кожа саднит, особенно на солнце. Неизвестно никаких способов лечения от такого воздействия мышьяка. Не существует лекарств, исправляющих хромосомные повреждения. Обычно в случае отравления металлами используется хелатная терапия, при которой в кровь вводятся связывающие вещества. Однако это опасно и слишком дорого для Индии. Лучшее, что можно сделать, — это есть полезную пищу и перестать потреблять яд. Шривас считает, что ему еще повезло. У него есть сын-подросток, который помогает таскать ведра со здоровой водой из ближайшей больницы, а Гита пополняет семейный бюджет, работая горничной.

«Я ни на что не жалуясь, — говорит Шривас дрожащим голосом, представляя собой типичный пример фатализма, который так широко распространен среди индийских бедняков, что некоторые ученые беспокоятся, не он ли удерживает их от поиска чистых колодцев. — А даже если бы я захотел пожаловаться, меня все равно никто не услышит».

Перевод: М.С. Багоцкая

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

- Чоудхури М. Экологический кризис в Бангладеш // ВМН, № 11, 2004.
- Piloting a Novel Delivery Mechanism of a Critical Public Health Service in India: Arsenic Testing of Tubewell Water in the Field for a Fee. Alexander van Geen and Chander Kumar Singh. International Growth Center, February 2013.
- Groundwater Arsenic Contamination throughout China. Luis Rodríguez-Lado et al. in Science, Vol. 341, pages 866–868; August 23, 2013.
- Retardation of Arsenic Transport through a Pleistocene Aquifer. Alexander van Geen et al. in Nature, Vol. 501, pages 204–207; September 12, 2013.
- Status of Groundwater Arsenic Contamination in All 17 Blocks of Nadia District in the State of West Bengal, India: A 23-Year Study Report. Mohammad Mahmudur Rahman et al. in Journal of Hydrology, Vol. 518, Part C, pages 363–372; October 10, 2014.
- Обсуждение того, как орошение полей связано с мышьяковым загрязнением, см. по адресу: ScientificAmerican.com/jan2016/water-arsenic