



Организация  
Объединенных Наций  
по вопросам образования,  
науки и культуры

Забота о «больной Реке-матери Китая», стр. 16

# Мир НАУКИ

Ежеквартальный  
информационный бюллетень  
по естественным наукам

Том 7, № 2  
Апрель–июнь 2009 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

### ТЕМА НОМЕРА

2 Увлекательное бурение

### НОВОСТИ

- 10 Полюса прогреваются быстрее, чем ожидалось
- 10 Дания поддерживает учебные программы об изменении климата
- 11 Десять лет на спасение коралловых рифов
- 12 Награды для выдающихся женщин
- 12 Год 2011 объявлен Годом химии
- 13 Открытие обсерватории Пьера Оже
- 13 Премия иранскому ученому за исследования в области оптики

### ИНТЕРВЬЮ

- 16 Жак Вебер о том, почему финансовый кризис также открывает большие возможности

### ГОРИЗОНТЫ

- 16 Забота о «больной Реке-матери Китая»
- 19 О кораблекрушениях, потерянных мирах и разграблении могил

### КРАТКО

- 24 Дневник
- 24 Новые издания

## РЕДАКЦИОННАЯ СТАТЬЯ

### Другой кризис

**В**ода слишком важна, чтобы ее проблемами занимались исключительно профессионалы. Как отчет о состоянии *Воды в изменяющемся мире*, ЮНЕСКО от имени 26 агентств ООН представило на Всемирном водном форуме (16 марта в Стамбуле, Турция) третий Доклад о развитии водных ресурсов в мире.

Авторы доклада надеются убедить правительства разных стран проявлять больше заинтересованности в «голубом золоте». Нынешние инвестиции в водные ресурсы ничтожно малы в сравнении с суммами, выделяемыми на преодоление финансового кризиса и сокращение углеродных выбросов в атмосферу, хотя запасы пресной воды могут существенно уменьшиться в связи с изменением климата. «Вода должна быть средоточием нашей сельскохозяйственной и энергетической политики, а также наших проектов в области здравоохранения и инфраструктуры», — настаивает Олжай Унвер, координатор доклада от ЮНЕСКО.

Авторы отмечают, что в грядущие десятилетия кризис в области водоснабжения углубится, если назревшие проблемы не будут своевременно решаться. Потребности в пресной воде никогда еще не были столь высоки. Данная тенденция продолжится, если население мира увеличится к 2050 году до 9 миллиардов человек, в городах будет жить больше людей, чем в сельской местности, увеличится производство энергии, улучшатся условия жизни, и люди будут потреблять больше продуктов питания, чем в настоящее время. К 2030 году почти половина всего человечества будет жить в регионах с острой нехваткой пресной воды.

Прцветающие общества потребляют много мяса, а значит и воды, поскольку объем потребления зависит от той воды, которую мы съедаем, а не от той, которую выпиваем. Для выращивания 1 кг пшеницы требуется 800–4000 литров воды в сравнении с 2000–16000 литрами, которые уходят на производство 1 кг говядины. В 2002 году шведы съедали 76 кг говядины в год на душу населения, а американцы — 125 кг. В свою очередь, развивающиеся экономики также увеличивают потребление мяса. Если среднестатистический китайский потребитель в 1985 году съел 20 кг мяса в год, в 2009 году он съест уже более 50 кг, а это значит, что Китаю понадобится дополнительно 390 кубических километров воды. Вместе с тем, как мы убедимся на наглядном примере из доклада, главная задача китайцев — предотвратить высыхание русла Желтой реки, второй по длине пресноводной артерии Китая.

«Выращивание» энергоносителей также требует немало количества пресной воды: на производство 1 литра биотоплива расходуется 1000–4000 литров воды. Производство биотоплива пока еще не достигло больших масштабов — так, доля этанола от общего объема транспортного топлива, потребленного в 2008 года, оценивалась в 4,5% для США, 40% для Бразилии и 2,2% для Евросоюза. Но эти цифры все время растут: после утрусения в промежутке между 2000 и 2008 годами до 77 миллиардов литров, объем потребления этанола достигнет 127 литров к 2017 году.

Потребность в энергии к 2030 году может увеличиться на 55%, причем половина этого роста придется только на две страны: Китай и Индию. Это означает, что плотины останутся в этих странах, несмотря на то, что они оказывают отрицательное воздействие на экологию и общество: согласно прогнозам, объем вырабатываемой гидроэлектроэнергии будет расти в среднем на 1,7% в год с 2004 по 2030 годы; суммарный рост составит 60%. В докладе также утверждается, что запасы воды в Африке, которые составляют всего 4% от общемировых запасов по сравнению с более чем 70% в развитых странах, должны вырасти, чтобы обслуживать растущие потребности энергетического сектора и удовлетворять спрос на воду со стороны растущего африканского населения.

Как убедить правительства действовать? С точки зрения экономиста Жака Вебера, ключ следует искать в экономике. В этом номере он объясняет, почему нынешний финансовый кризис является следствием растущей скудости природных ресурсов, и почему он представляет собой золотую возможность для «озеленения» мировой экономики.

У. Эрделен  
Заместитель Генерального директора по естественным наукам

# Увлекательное бурение

Несмотря на то, что геофизические исследования ведутся более 250 лет, неведомый мир («терра инкогнито») начинается на глубине нескольких десятков метров под нашими ногами. Желание исследовать этот темный подземный мир выходит за рамки чисто научного интереса понять строение и состав планеты, на поверхности которой мы обитаем. Камни под нашими ногами – это источник скрытых опасностей, таящихся в землетрясениях и извержениях вулканов. В глубинных слоях сокрыта информация о том, какой наша Земля была миллионы лет тому назад, о погодных условиях в глубокой древности и о географическом распределении океанов и континентов. Глубины земли способны поведать о том, как образуются скалы, как одни руды обогащаются, а другие природные ресурсы истощаются. Это знание поможет нам более бережно и экономно подходить к использованию ресурсов нашей планеты.

«Хотел бы я спуститься в недра и все исследовать!» Какой геофизик не высказывал подобных пожеланий? Бурение – это, возможно, единственный способ сравнить модели с действительностью, хотя это дорогое удовольствие. По оценке нефтяников и представителей газовой промышленности бурение стандартной скважины глубиной 3 км обходится в 5 миллионов долларов США. Как можно обосновать такие расходы перед инвестиционным фондом, задаются вопросом многие исследователи, если результаты чисто научной скважины намного менее очевидны, чем даже скважины на предполагаемых нефтяных месторождениях?

Вот здесь-то и приходит на помощь Научная программа континентального бурения (ICDP). Со времени ее принятия в 1996 году было профинансировано уже 25 проектов, предложенных учеными из разных стран мира. ЮНЕСКО входит в научный консультативный совет, утверждающий эти увлекательные проекты. Многие из них описываются на страницах данного издания, поскольку мы планируем завершить Международный год планеты «Земля» путешествием в земные глубины.

Самая глубокая скважина в мире опускается в недра Земли на 12262 метров. Это примерно треть расстояния до дна земной коры (35 км), 1/500 расстояния до центра Земли (6374 км) и 1/1000 диаметра земли (12748 км). Таким образом, нынешние технологии бурения позволяют лишь слегка углубиться в поверхностный слой. Вместе с тем, нисхождение в недра Земли сразу открывает перед нами поистине иной мир. На глубине менее 4 км температура

горных пород достигает 100°C, то есть точки кипения воды на земной поверхности. Стоит только проделать менее 1% пути к центру Земли, а литостатическое давление – вес горных пород над головой – становится настолько огромным, что оно способно расплющить самую прочную сталь. Вот почему проникновение даже на умеренную глубину – это уникальная и технологически трудноразрешимая задача.



Рабочие на буровой вышке, стыкующие бурильные колонны во время бурения в районе кратера Чиксулуб на полуострове Юкатан в Мексике.



## ИМПАКТНЫЕ СТРУКТУРЫ

Отправившись на поиски нефти 25 лет тому назад, геолог-нефтяник Антонио Камарго провел геологическое исследование в прибрежных водах мексиканского побережья Юкатан. Собранные им данные свидетельствовали о гравитационных аномалиях в виде гигантских кругов радиусом почти 100 км недалеко от прибрежного селения Чиксулуб. Эти формации не могли иметь вулканическое происхождение, но, может быть, это остатки ударного кратера? Так оно и оказалось. Камарго наткнулся на метеоритный кратер, который за 65 миллионов лет оказался постепенно погребенным под слоем выветриваемой почвы и поэтому не был замечен полевыми геологами.

После этой находки были собраны научные доказательства того, что кратер был оставлен астероидом-убийцей, который, возможно, погубил динозавров.

Обломки пород в кратере, образовавшиеся под воздействием колоссального тепла и давления во время удара, представляют огромный интерес для ученых. Среди них можно найти не только остатки земных пород, существовавших на Земле до удара, которые были превращены в единый сплав колоссальным теплом и ударной волной. Эти обломки также содержат фрагменты самого ударного тела. Особый интерес представляют редкие

## Астероид-убийца раскрывает свои тайны

изотопы, в великом множестве существовавшие в момент образования Солнечной системы. За долгие геологические эпохи они «растворились» в земных породах.

Зимой 2001-2002 года Научная программа континентального бурения (ICDP) одобрила предложение пробурить отверстие к борту ударного кратера, на расстоянии примерно 62 км от его центра. Скважина Яксолойл-1 (Yaxhoiil-1) была пробурена примерно в 40 км к юго-западу от Мериды, столицы Юкатана, на глубину 1510 метров. Верхний слой толщиной 795 метров состоял из послепударных карбонатных пород кайнозойской эры, а в нижнем слое толщиной 615 метров были найдены породы мелового периода, существовавшие до удара. Между этими слоями была обнаружена так называемая «начинка» из расплавных импактитов, а также пород, состоящих из зловитов и аллогенных брекчий. Конечно, это были далеко не новые образования, поскольку за 65 миллионов лет они претерпели значительные химические изменения.

Более 900 метров скважины было пройдено с отбором керна, и вся скважина была исследована методом картонажной геофизики для получения непрерывных петрофизических данных из стенки ствола буровой скважины. С тех пор извлеченные породы и каротажные данные стали настоящим кладом для геологов.

## Воздействие

Импактные структуры – это одна из восьми тем ICDP. Астероиды движутся в космическом пространстве со скоростью несколько тысяч километров в час. Хотя вероятность того, что хотя бы один из них выйдет на траекторию сближения и столкновения с Землей при жизни конкретного человека, крайне низка, она ни в коем случае не равна нулю. В течение 4,5 миллиардов лет существования Земли имели место многочисленные столкновения с небесными телами. Например, самое элегантное объяснение того факта, что ось вращения Земли наклонена по отношению к плоскости эклиптики, заключается в ударном воздействии на заре истории нашей планеты. Согласно другой гипотезе, луна была «выбита» из «младенца Земли» в результате другого сильнейшего столкновения.

Астероиды и метеориты ударили по поверхности Земли даже сравнительно недавно, оставив безошибочные следы. Всего учеными было найдено 174 «импактные структуры» – не только на континентах, но и на дне морском (конкретные примеры приводятся в материалах под названием «Астероид-убийца раскрывает свои тайны» и «Архивы климатических изменений на дне озера»).

В зависимости от размера небесного тела, последствия столкновения с Землей могут быть поистине разрушительными. После удара кинетическая энергия астероида почти полностью преобразуется в ударную волну и колоссальное количество тепла. Горящий ад бывает настолько силен, что за считанные минуты несколько слоев земной коры могут расплавиться и испариться. Последствия этой катастрофы воистину зловещи. Плавление не только оставляет глубокий шрам на поверхности нашей планеты, но и приводит к выбросу миллиардов тонн пыли и пепла в верхние слои атмосферы. В результате солнечный свет может потускнеть или даже полностью исчезнуть на несколько десятков лет.



©Криссиан Коберг

**Вид сверху озера Бозумтви в Гане. На фотографии видна идеальная окружность замкнутого бассейна, сформированного ударом метеорита примерно 1 миллион лет тому назад.**

## Знакомьтесь с экстремофилами

Рекордная высота, которую набирают хищные птицы, свободно парящие в восходящих потоках теплого воздуха, обычно считается верхней границей биосферы. Ее нижней границей можно считать место, где почва, богатая перегноем, достигает коренной подстилающей породы – то есть, где-то в нескольких метрах под землей. Но верны ли эти определения? По многим признакам видно, что биосфера уходит гораздо глубже в недра Земли, чем принято считать.

*Эстремофилы* были обнаружены в семидесятых годах прошлого века. Эти микроорганизмы живут в условиях, которые принято считать стерильными или, по крайней мере, крайне неблагоприятными для жизни. Одними из первых были выявлены термофилы в горячих источниках Национального парка «Йеллоустоун» в США. Эти бактерии и археобактерии выживают при температурах свыше 50°C.



## Архивы климатических изменений на дне озера

Лучшие архивы климатических изменений можно найти в осадочных породах пресноводных озер. Они содержат пыльцу, растительный детрит и минералы, по которым палеоклиматологи могут реконструировать климатические условия, существовавшие на Земле много лет назад.

Один из лучших примеров – озеро Бозумтви в Гане (см. фото) с почти идеальной окружностью диаметром 8 км. Его максимальная глубина – около 80 метров, хотя слой осадочных пород под нынешним дном озера достигает 300 метров в толщину. Озеро Бозумтви образовалось более миллиона лет тому назад под воздействием большого метеорита. Два фактора сохраняют осадочные породы озера практически в первозданном состоянии: сравнительно высокий борт кратера и тот факт, что ни одна река не впадает в него и не вытекает из него. Все это делает данное озеро уникальным и идеальным для климатических исследований. Поскольку озеро расположено в муссонной зоне Западной Африки, его осадочные породы должны таить в себе ключ к пониманию климатических изменений в этой части земного шара в течение последнего миллиона лет.

Между июлем и октябрем 2004 года в Гану была завезена плавающая буровая платформа, и в дне озера было проделано более двух десятков буровых скважин. Более 1800 метров осадочного керна было извлечено для исследования климата. Самая длинная проба осадка достигала 294 метров грязевых наслоений. Пыльца, детрит и минералы в каждом слое – так называемая «сезонная слоистость» – позволяют узнать о погодных условиях и окружающей среде за последний год. Для ученых такая сезонная слоистость – все равно что учебник, на каждой странице которого раскрываются тайны климатической карты прошлых лет.

Поскольку озеро Бозумтви фактически представляет собой воду, заполнившую импактный кратер, несколько отверстий было проделано через весь слой осадочных пород в подстилающие породы Западноафриканской платформы, возраст которой достигает 2,2 миллиардов лет. Как и в случае с Чиксулуб (см. заметку под названием «Астероид-убийца раскрывает свои тайны»), слои между осадочными и подстилающими породами открыли некоторые подробности самого удара.

Почти в 10000 км от озера Бозумтви, на другом побережье Атлантического океана, находится еще один небольшой водный резервуар, который содержит в себе ключ к разгадке истории погодных условий в тропиках Центральной Америки. Скрытое в джунглях низин северной Гватемалы, озеро Петен Ица является своего рода дополнением к озеру Бозумтви на другом конце земного шара. Оба озера расположены во внутритропической зоне конвергенции – области влажного тропического климата, которая смещается в течение года. Это является причиной ярко выраженной сезонности осадков в этом поясе на обоих материках. Исследователи надеются, что, сравнив сезонные слоистости озера Петен Ица с сезонными слоистостями озера Бозумтви, они смогут обнаружить сходства и различия в характере климатических изменений в тропиках Африки и в тропиках Центральной Америки.

Опять-таки с помощью буровой платформы в начале 2006 года исследователи пробурили девять скважин в осадочных породах озера Петен Ица. Они выяснили, что за последние 20000-30000 лет климат в низинах Гватемалы быстро менялся несколько раз – от засушливого до очень влажного и в обратную сторону. Самая резкая из этих перемен имела место в конце последнего ледникового периода, когда растаяли ледники, расположенные в нескольких тысячах километрах к северу от озера. Даже начальные этапы сельского хозяйства, которое человечество начало вести примерно 10000 лет тому назад, и закат культуры Майя вследствие засухи, заархивировано в слоях осадочных пород на дне озера.

Другой вид термофилов, хемосинтезирующие археобактерии, были выявлены позднее вокруг гидротермальных жерл вдоль Галапагосского Разлома (Рифта) — отрога на Восточно-Тихоокеанском поднятии. Эти микробы черпают метаболическую энергию не в фотосинтезе, а в окислении метана или в неорганических молекулах типа молекул сероводорода. К этому времени исследована, по меньшей мере, дюжина разных классов экстремофилов — от ацидофилов до ксерофильных организмов. Ацидофилы — это организмы, которые прекрасно себя чувствуют в кислой среде с уровнем pH ниже трех, тогда как для ксерофилов характерно сухое местообитание — например, в пустыне Атакама между Андами и Тихим океаном в Южной Америке.

В настоящее время известный верхний температурный предел жизни в земной биосфере составляет 121° по Цельсию. В течение последних столетий верхний температурный предел поднимался все выше и выше по мере того, как новые экстремофилы приспосабливались к обитанию во все более жаркой среде. На основе этих температур можно оценить температурные пределы

для теплолюбивых организмов на Земле. Как хорошо известно всякому, кто когда-либо опускался в глубокую шахту, чем глубже опускаешься, тем жарче становится. Геотермические градиенты — мерило этого увеличения температуры — находятся в диапазоне 10-60°С на километр глубины. Совместив верхний температурный предел для живых организмов и геотермальные градиенты со средними температурами на поверхности Земли, находящимися в диапазоне от 0 до 25°С, можно сделать вывод, что термофилы способны существовать на глубине до 12 км под землей. Скорее всего, эти бактерии питаются метаном (см. заметку «Микробы, любящие метан»).

### Игра с огнем

Одна из целей вулканологии — уменьшить опасность, исходящую от примерно 600 активных «огненных гор» в мире. Исследователи, работающие в этой области, нашли способ, чтобы на достаточно близком расстоянии следить за вулканами, с целью выявлять признаки надвигающихся извержений. Много жизней было спасено за последнее десятилетие, потому что ученые смогли предсказать активность опасных вулканов. Тем не менее, сильные извержения порой застают врасплох даже самых опытных ученых.

Лишь небольшой части вулканологов нужно проводить свою работу в непосредственной близости от извергающейся огненной горы. Многие из того, что мы сегодня знаем о внутренней динамике вулканов, является плодом изучения пород и слоев, отложенных во время прошлых извержений. Посредством минералогического и петрологического исследования вулканических и пирогенных пород ученые могут извлекать информацию о температуре и химическом составе расплава в прежней магматической камере. Геологическое исследование непосредственного окружения вулкана помогает выявлять радиус его действия. Зная, как далеко растекались в прошлом потоки лавы и пирокластические струи по склонам вул-

канической горы, можно определить границы опасных зон во время будущих извержений.

Вулканические области — это смотровые отверстия в царство адского огня, горящего в недрах Земли. Любое бурение — дело нелегкое, но проникнуть в жерло вулкана и заставить его раскрыть свои тайны — вдвойне нелегкое дело в технологическом отношении. Как просверлить породу, которая плавилась всего несколько недель или месяцев тому назад? Как

удержать беспокойную магму на глубине, чтобы она не устремилась по стволу проделанной скважины вверх и не спровоцировала новое извержение?

Ученые и операторы буровых установок в буквальном смысле играли с огнем, когда проделывали несколько буровых скважин в вулкане Килауэа на Гавайских остро-

## Микробы, любящие метан

Метан — это простой углеводород, присутствующий в больших количествах в зоне вечной мерзлоты и в Арктике, причем не в виде газа, а в виде твердой субстанции, поскольку при смешении с водой образуется газовый гидрат.

Некоторые считают эти газовые гидраты важным источником энергии в будущем. Другие видят в них угрозу нынешнему климату, потому что, если гидраты начнут таять, в атмосферу попадет большое количество парникового газа метана. Ведутся также рассуждения о том, что в этих гидратах живут микробы экстремофилы.

Для изучения этих и других вопросов ученые-геофизики пробурили три параллельных скважины в газогидратном месторождении «Малик» в дельте реки Макензи на северо-западе арктического пояса Канады в декабре 2001 года при поддержке программы ICDP. Там газогидратный слой толщиной более 200 метров погребен на глубине 900 метров под вечной мерзлотой. Микробы, любящие метан, были обнаружены в нескольких пробах, взятых во время бурения экспериментальных скважин в 2002 году. Поскольку их концентрация оказалась значительно ниже предполагаемой, результаты исследования еще больше озадачили тех, кто пытался понять закономерности обитания экстремофилов в подземной биосфере.

Еще более экзотичной, нежели теория о микробах, живущих в газовых гидратах, стала гипотеза, выдвинутая в отношении Эгер Грабен — рифтогенной структуры на границе между Германией и Чешской Республикой. Там исследователи обнаружили устойчивую взаимосвязь между интенсивностью роя землетрясений и содержанием метана в талых водах: чем чаще происходили землетрясения, тем выше была концентрация метана.

Связующим звеном между двумя на первый взгляд несвязанными явлениями, возможно, являются бактерии, живущие глубоко под землей. При каждом новом землетрясении в гранитной подстилающей породе в районе Эгера образуются небольшие трещины. Тогда может высвободиться водород, образующийся в том случае, когда естественная радиоактивность породы расщепляет воду на две составляющие. В свою очередь, он поглощается в больших количествах бактериями на глубине, которые производят метан в качестве побочного продукта обмена веществ. По логике вещей, чем больше землетрясений, тем больше высвобождается водорода, тем больше пищи у бактерий, и тем больше метана они вырабатывают.

Одна из целей проекта бурения в районе Эгер Грабен — обнаружение этих бактерий и изучение их метаболизма.



Чтобы извлечь микробиологические формы жизни из бурового ядра, требуются стерильные условия. Другие меры предосторожности необходимо соблюдать во время бурения, чтобы не занести микробы с земной поверхности в буровую скважину.

БИОСФЕРА  
ЗЕМЛИ И ЖИЗНЬ  
В ДРЕВНОСТИ



## Каково происхождение Гавайских островов?

В 1999 году на Большом острове была смонтирована буровая установка, поскольку ученые с помощью бурения пытались разрешить тайну происхождения Гавайских островов. К 2004 году удалось пробурить исследовательскую скважину до глубины 3340 метров в давно остывшей лаве вулкана Мауна-Кеа. Извлеченные образцы пород содержат самую длинную непрерывную стратиграфическую историю всех вулканических островов в океане – как минимум, на протяжении последних 600000 лет. Этот буровой керн не только отражает структуру самого вулкана, но и представляет собой детальный образец столба магмы. По мере того как Мауна-Кеа медленно продвигался по столбу магмы, магма разных веков и с разных глубин достигала вулканического сооружения и оседала, образуя своего рода «слоеный пирог». У каждого слоя есть свои уникальные характеристики, которые в совокупности дают подробную картину развития этой горячей зоны.

Считается, что Горячие зоны не только привели к образованию островных гряд и подводных хребтов, но также и к интенсивным вулканическим процессам, в результате которых лава покрыла несколько обширных территорий на разных континентах. Например, траппы Декана охватывают большую область в центральной Индии, тогда как излившийся базальт покрывает «основные породы» большей части Сибири к северу от 60° широты. Считается возможным, что магматические выбросы могли прожечь отверстия в толще континентальной земной коры, а затем наводнить земную поверхность мафической лавой, образуя то, что теперь называется «Большими магматическими провинциями». Другая такая территория простирается на значительную часть штатов Айдахо, Вашингтон и Орегон на северо-западе Соединенных Штатов. Там, согласно Гипотезе о столбе магмы, базальты рек Змеиная и Колумбия связаны с горячей зоной, которая в настоящее время подпитывает вулканы и гейзеры Национального парка «Йеллоустоун».



Поток лавы с вулкана Мауна-Кеа – горы, которая на 11 км возвышается над дном Тихого Океана!

Фото: Ф. Бутайе (2007) Обновление Земли ЮНЕСКО/NANE Publishing

ской литосферными плитами. Гора Ундзен в Японии, в вулканическом жерле которой было проделано отверстие в рамках бурильного проекта ICDP 2004 года, находится на стыке Тихоокеанской и Евразийской литосферных плит. Вулканы в Андах, такие как гигантский вулкан Котопакси в Эквадоре и Вилларика на юге Чили, образуют своего рода демаркационную линию между Тихоокеанской и Южноамериканской плитами.

По теории тектоники плит вулканические процессы происходят на стыках литосферных плит потому, что земная кора вплотную пододвигается в этих местах к земной мантии. В результате земная кора плавится, и горячие, расплавленные породы приходят в движение и устремляются обратно к земной поверхности, где их извержения формируют вулканы.

Даже Исландия, которая, подобно Гавайским островам, всего лишь остров в середине океана, находится на стыке двух плит, разделяющих Европу и Северную Америку. Однако

вах. Во время его последнего извержения в 1959 году мощные фонтаны лавы образовали целое озеро расплавленной лавы. За несколько недель в озере образовалась тонкая корка затвердевших пород. Всего через год после окончания извержения на этом ненадежном и тонком слое пород была закреплена буровая установка. Исследователи хотели узнать, осталась ли лава жидкой под этим тонким слоем. Углубившись всего на семь метров в землю, буровое долото погрузилось в расплавленную лаву, температура которой составляла без малого 1100°C – этот уникальный рекорд, установленный бурильщиками, держится уже более 40 лет.

Бурение в зоне извержения вулкана (или в «горячей зоне») не только помогает понять, что происходит внутри этих «огненных гор» и уменьшить угрозу от извержения. Вулканическое бурение может также открыть перед нами колоссальные резервы геотермальной энергии и дать нам понимание того, как образуются минералы под воздействием огненной обработки в недрах Земли (см. заметку «От древесного угля к алмазам»).

### Как вулканические процессы могут происходить вдали от мест вулканической активности?

Большинство из 600 ныне действующих вулканов расположено по границам больших литосферных плит, образующих земную кору. Возьмем, к примеру, вулканы Италии, такие как опасный Везувий возле Неаполя. Они расположены вдоль границы между Африканской и Европей-

это расходящаяся граница, поскольку две плиты движутся в разные стороны, удаляясь друг от друга. Они оставляют за собой область очень тонкой земной коры. Расплавленные породы могут легко прорваться из земной мантии через этот тонкий слой и привести к образованию вулканических островов, таких как Исландия или Азорские острова в Атлантическом океане. Края плит можно считать перфорированными швами земной коры, через которые магма прокладывает себе путь к земной поверхности.

Вместе с тем, Гавайские острова находятся вдали от таких «швов» или стыков. Между этой островной грядой и ближайшей границей литосферной плиты в Калифорнии примерно 3000 км твердой тихоокеанской плиты и ничего больше. Почему же тогда, недоумевают ученые, вулканические процессы происходят на таком большом расстоянии от известных очагов вулканической активности?

Разгадку можно найти к западу и северу от Большого Гавайского острова. Изучая возраст его сестер на северо-западе, исследователи пришли к выводу, что, чем дальше острова находятся от ныне действующих вулканов, тем они старше. Возраст скал на Мауи, ближайшем соседе Большого острова, составляет примерно 1 миллион лет, тогда как возраст скал близ Гонолулу на острове Оаху достигает 3,5 миллионов лет. Эта взаимосвязь между возрастом пород и расстоянием сохраняется вдоль всего мелководья, всех рифов и всех подводных гор к северо-западу от Гавайских островов. В результате возраст скал достигает 81 миллиона лет в конце Императорского подводного хребта недалеко от Алеутской впадины.

**АКТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ ТЕКТОНИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ И ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ**

**Геофизики искушают судьбу**

В 1985 году ученые Билл Бакун и Алан Линдх из Геологической службы США решили искушить судьбу и предсказали, что в течение следующих 8 лет произойдет землетрясение силой в 6 баллов – вдоль Разлома Сан Андреас в районе небольшого калифорнийского городка Паркридж, на полпути между Сан-Франциско и Лос-Анджелесом. Когда минуло более 11 лет после того, как истек предсказанный срок, утром последнего вторника сентября 2004 года, этот городок все же испытал подземные толчки магнитудой 6 баллов, которые к счастью не принесли никакого вреда.

Поскольку подземные толчки случились намного позже прогнозируемого срока, кто-то может считать это предсказание неудачным. Однако оглядываясь назад, можно сказать, что оно положило начало одному из наиболее интересных проектов в современной геофизике. Сделанное в 1985 году объявление о прогнозируемом землетрясении произвело настоящий фурор. Исследователи землетрясений всюду стали находить признаки, сигналы или другие параметры, которые можно было истолковать как предвестники приближающихся землетрясений. Эти признаки варьировались от странного поведения скота и домашних животных перед землетрясением до изменения концентрации газов, растворенных в грунтовых водах.

Паркфилд казался идеальным местом для научного исследования всех этих гипотез. За несколько лет эту область наводнили сотни исследовательских станций, установленных учеными из университетов, исследовательских институтов и государственных учреждений. От уровня воды в скважинах до колебаний в земной коре, привезенный инструментарий измерял все мыслимые геофизические параметры – даже те, которые не имели никакого отношения к землетрясениям.

Разлом Сан Андреас считается одной из самых сейсмоопасных областей на нашей планете, поскольку он уже не раз провоцировал крупные и разрушительные землетрясения в Сан-Франциско и в районе Большого Лос-Анджелеса. Вдоль большей части Разлома протяженностью 1200 км не было замечено каких-то особых закономерностей в том, что касается времени землетрясений, за исключением Паркриджа, где землетрясения происходят с удивительной регулярностью. Хотя Разлом Сан Андреас и многие другие разломы изучаются более 100 лет, исследователи

до сих пор не имеют четкого понимания тех процессов, которые происходят непосредственно в зоне разрыва грунта. Хотя современные методы измерения и моделирования дают возможность сейсмологам воссоздавать подробную картину разрывов грунта после землетрясения, у них нет инструментов для определения, когда, где и как произойдут следующие толчки. Слишком мало физико-химических условий в сейсмологической зоне разлома известно для того, чтобы можно было предсказывать, что произойдет дальше.

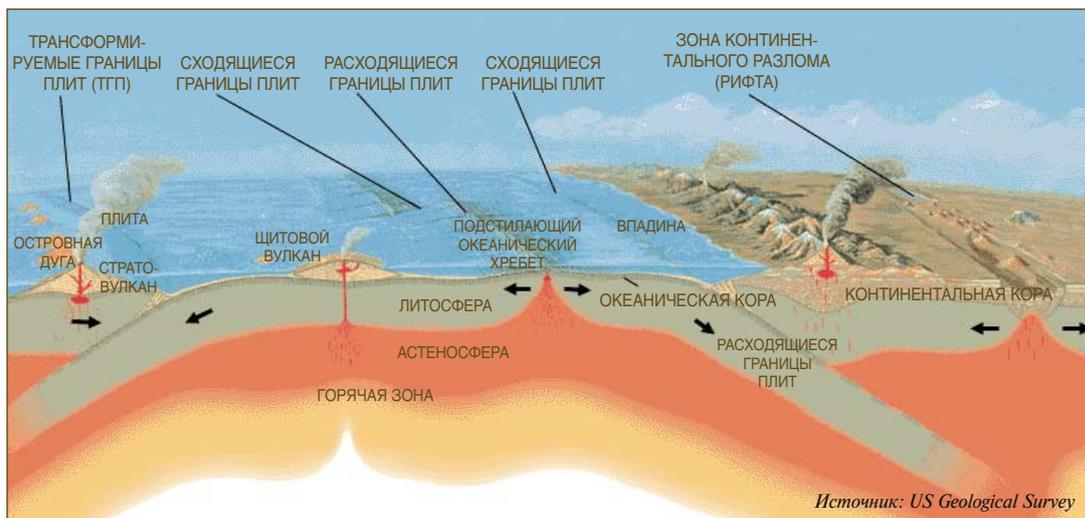
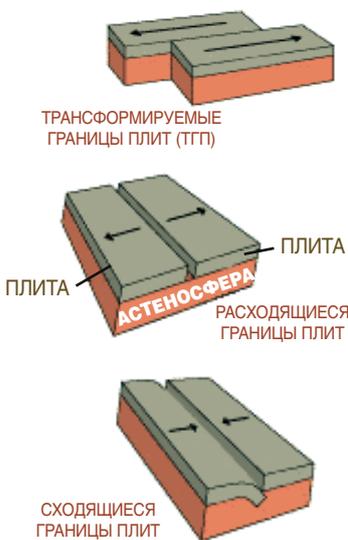
Пока земная кора под Паркриджем успокаивалась от колебаний, небольшая, но решительно настроенная группа ученых из Стэнфордского университета и Геологической службы США приняла план действий: ученые решили просверлить глубокое отверстие в самом знаменитом разломе мира. Поскольку ранее ни один участок Разлома Сан Андреас, а также территория вокруг Паркфилда не изучались, ученые посчитали его идеальным местом.

Бурение началось с базового отверстия, проделанного в 2002 году. Оно находилось на расстоянии 2 км от Разлома и достигало глубины 2200 метров. В июне 2004 года началось бурение основной скважины всего в нескольких метрах от базового отверстия. Когда буровая головка опустилась на глубину 2 километра, управляющие проектом уклонились от вертикального пути и начали бурить под углом в направлении разлома. В августе 2005 года, на глубине более 3 км буровая головка проникла в разлом. Удивительно то, что это не простой и относительно узкий промежуток, где сходятся соседние Североамериканская и Тихоокеанская плиты. Миллионы лет смещений привели к образованию обширной зоны раздробленной породы и слабой коры.

В 2007 году в сейсмическом разломе было проделано три отверстия разной глубины, некоторые из которых проходили через весь тот объем, где с регулярными интервалами происходят несильные землетрясения. Последнее из этих отверстий будет заполнено измерительными инструментами, которые будут фиксировать землетрясения в самый момент их зарождения. Эта глубинная обсерватория внутри сейсмической зоны – первая в своем роде в геофизике.



Ученый осматривает образцы породы, извлеченные из буровой скважины в Разломе Сан Андреас в Калифорнии



Источник: US Geological Survey

Считается, что твердая литосфера плавает или дрейфует на «слабой» зоне верхней мантии или астеносфере, вызывая смещение плит земной коры (Диаграмму основных границ между плитами можно найти в апрельском номере журнала «Мир науки» за 2005 год)

## Магматическая горелка

Примерно 35 лет тому назад была предложена гипотеза для объяснения этой взаимосвязи. Предполагается, что узкий столб раскаленной, плавящейся магмы поднимается из глубин земной мантии. Подобно горелке, расплавленный металл прожигает океаническую кору наверху. Хотя плита над этой «горячей зоной» все время перемещается, сам столб чрезвычайно устойчив и очень стабилен. В результате образуется цепочка факельных отверстий, островная гряда, в которой вулканы выстраиваются в ряд подобно жемчужной нитке. Хотя звучит логично, это всего лишь гипотеза, которую еще нужно доказать.

## Подземные столкновения

Прошло менее полувека со времени появления теории о тектонике плит. Могущественные внутренние силы, которые могут создавать и разрушать горы, были важным элементом этой теории. Двигатель, приводящий эти силы в движение, — это серия огромных конвекционных потоков, которые, подобно кипящей воде в котле, циркулируют по мантии Земли. Земная кора — сверхтонкая «облицовка» на внешней поверхности этого высокотемпературного вихря с высокой областью давления — разрывается этими восходящими потоками на дюжину плит размером с континент.

По причине колоссального количества тепла, хранящегося в Земле, мантию часто называют «глубоким океаном

магмы из расплавленных пород». Однако, хотя были получены убедительные доказательства локального плавления, мантия в целом вовсе не расплавлена. Фактически ее породы имеют вязкость и тягучесть стекла, которое считается одновременно прочным и хрупким материалом. Но стекло течет, хотя этот процесс и занимает длительное время. Тем не менее, по прошествии ста или более лет оконное стекло будет заметно тоньше наверху и толще у основания. В геологических масштабах подобная вязкость и текучесть со временем приводит к формированию конвективных потоков в мантии. Гораздо более холодные и менее плотные плиты земной поверхности плавают на этих потоках горячей, тягучей породы.

Геофизики не до конца понимают, какие силы фактически приводят в движение плиту. Какой бы ни была эта движущая сила, плиты наталкиваются друг на друга или вытесняют друг друга в зонах столкновения или «конвергентных полях», как их иногда называют. В некоторых таких зонах одна плита погружается под другую в результате движения книзу. В процессе наблюдения за возникновением землетрясений можно проследить за нисходящей плитой на глубине до 700 км под земной поверхностью.

Чем глубже породы земной коры погребены в этих зонах движения по разломам, тем горячее они становятся и тем больше сжимаются нависающими сверху скалами и самим импульсом столкновения. В большинстве случаев давление возрастает настолько, что породы земной коры утрачивают и меняют свой изначальный химический состав. По мере того как давление и тепло трансформируют минералы, они перестраивают свою кристаллическую структуру или частично меняют свой состав. Этот процесс называется «метаморфозой». Поскольку трансформированные породы встречаются всюду, это означает, что они претерпевали трансформацию на протяжении земной истории. Продуктами этих изменений являются мраморные плиты, кварциты и все гнейсы.

### КОНВЕРГЕНТНЫЕ (СХОДЯЩИЕСЯ) ГРАНИЦЫ ПЛИТ И ЗОНЫ СТОЛКНОВЕНИЙ

## От древесного угля к алмазам

Породы, претерпевающие метаморфозу при сверхвысоком давлении (СВД), оказываются в настолько экстремальных условиях — при температурах, превышающих 500°C, и под давлением, которое превышает нормальное давление воздуха на уровне моря в 20000 раз — что обычный древесный уголь превращается в алмаз, а обычный кварц — в окись кремния. Если стандартная метаморфоза под низким давлением совершается повсеместно, то этот процесс СВД кажется сравнительно редким.

На сегодняшний день известно лишь 20 районов (или местностей) в мире, где можно встретить породы, которые в какой-то момент своего жизненного цикла претерпели такую гиперметаморфозу. Для таких местностей СВД обычно характерно наличие эклогита — следствие метаморфозы мафической вулканической породы (обычно базальта или габбро) под высоким давлением, когда она погружается в мантию в зоне нисходящего движения. Обычно эклогиты содержат кристаллы темно-красного граната и циркона — очень прочного минерала. Поскольку эти кристаллы, в свою очередь, содержат микроалмазы и окиси кремния в качестве примесей, ученые уверены, что они претерпели метаморфозу при СВД.

Из 20 районов, содержащих эклогиты СВД, самый большой находится в Китае. Горный пояс Сулу-Даби-Алтун начинается к северу от Нанцзина на побережье Желтого моря и простирается сначала на юг, а затем поворачивает на запад, проходя весь путь до Алтунских гор на западе Китая. Всего этот горный хребет имеет протяженность свыше 4000 км.

В 2001 году Континентальная научная программа бурения в Китае началась с бурения скважин в этом горном поясе с целью понять особенности процесса метаморфозы при сверхвысоком давлении и решить вопрос о том, как трансформированные породы движутся вниз и вверх в земной коре. Место для бурения было выбрано в округе Дунхай провинции Цзянсу у восточной окраины гигантского пояса. Когда проект завершился спустя 4 года, отверстие, пробуренное в толще горной породы, достигло глубины 5,1 км. Во многих пробах керна, извлеченных на поверхность бурильным долотом, ученые обнаружили продукты СВД, а именно цирконы и окись кремния, которые образовались примерно 230 миллионов лет тому назад в результате гиперметаморфозы. Этот процесс, должен быть, имел место в мезозойскую эру, когда столкнулись две плитообразные глыбы земной коры и верхней мантии — Северно-китайская и Янцзы. Образовавшиеся в результате этого столкновения метаморфиты СВД были вытолкнуты на земную поверхность уже через 20 миллионов лет после того как образовались. В образцах, извлеченных из скважины, ученые обнаружили более 50 различных минералов, среди которых самородное железо, никель и хром.

Хотя пояс СВД в Китае — это реликвия Мезозойской эры, в мире есть множество областей, в которых этот процесс происходит прямо сейчас. В некоторых активных зонах столкновения — например, в движущихся книзу плитах под Японией или Андами — породы сдавливаются до предела, перетекая из одной формы в другую. Задача программы ICDP — бурить скважины в этих районах, не только для того, чтобы извлекать редкие минералы СВД, но и чтобы наблюдать активные процессы образования гор в зонах столкновения, формирующих внешний облик Земли.



Мощная буровая установка в Дунхэе, Китае

© Дунцзи Вурини



## Вода и пар сверхкритического давления даром

Исландия, где встречаются вулканы и ледники, находится над Срединно-Атлантическим хребтом, который также является тектонической границей между Северной Америкой и Европой. На протяжении многих столетий исландцы пользовались теплом Земли, которое они бесплатно получают из многочисленных горячих источников.

Но одно дело купаться в горячем минеральном источнике в морозный день немного южнее Полярного круга, и совсем другое дело – освоить производство геотермальной энергии в промышленных масштабах. В Исландии было просверлено множество скважин с целью собирания тепла из недр Земли, которое на острове выходит в виде горячей воды или пара. Более 80% индивидуальных домов, многоквартирных домов и офисных зданий в Исландии отапливается с помощью геотермальной энергии. Почти 20% электроэнергии в Исландии имеет геотермальное происхождение. Остальное – это гидроэнергия, и лишь 0,1% электричества в Исландии вырабатывается путем сжигания ископаемого топлива.

Но даже в такой стране как Исландия, где источники возобновляемой энергии играют ведущую роль, многое предстоит еще усовершенствовать. Также предстоит изучить фундаментальные научные вопросы, касающиеся состояния и движения жидкостей в земной коре. Вот почему Программа ICDP финансирует проект бурения на большие глубины в Исландии на юго-восточном полуострове Рейкьянес и на северо-восточном вулканическом поле. Этот проект осуществляется по совместной инициативе правительства и энергетической промышленности Исландии. Главная цель – улучшить экономику геотермальных ресурсов путем повышения отдачи от геотермальных скважин относительно стоимости бурения.

В настоящее время типичные высокотемпературные геотермальные скважины производят смесь воды и пара при температурах в диапазоне от 200 до 320°C. Такая скважина в Исландии глубиной 2,5 км, производящая, допустим, сухой пар при температуре 235°C, может выдать примерно 5 мегаватт электроэнергии. Ее бурение обойдется примерно в 4 миллиона долларов США. Если эксплуатировать водоемы с более высокой температурой и давлением, то можно резко повысить отдачу от скважины.

Одним из таких нетрадиционных источников энергии является вода сверхкритического давления. Такие условия достигаются, когда вода нагревается до температуры, как минимум, 375°C, и одновременно в ней создается давление до 22 мегапаскалей, что примерно в 220 раз превышает нормальное давление воздуха на земной поверхности. В этой точке исчезает разница между жидкостью и паром, поскольку вода трансформируется в совершенно иную субстанцию и становится «сверхкритической». Если пробурить скважину в такой водоем, то можно получить на порядок больше электроэнергии, чем из обычной скважины при аналогичной скорости потока. Такая отдача с лихвой компенсирует дополнительную стоимость сверления, которая в Исландии оценивается в 9 миллионов долларов США.

Геологи полагают, что вода сверхкритического давления играет важную роль не только в перемещении минералов внутри земной коры. Она даже может способствовать образованию рудных залежей. Ее физические и химические свойства настолько отличны от обычной горячей воды, что она выщелачивает минеральные составляющие в породе быстрее и совершенно иначе. Только пробуравив скважины к резервуарам воды сверхкритического давления, можно исследовать эти явления. Бурильный проект в Исландии – это природная лаборатория для изучения подобных явлений, потому что цель, поставленная на следующее десятилетие, – пробурить несколько скважин на глубину 4–5 км в резервуары воды и пара сверхкритического давления. Одна экспериментальная скважина глубиной 3,1 км была завершена в 2005 году. На дне вода еще не достигла сверхкритических значений: ее температура была минимум 300°C.

С помощью тектоники плит ученые могут достаточно легко объяснить, каким образом участки земной коры оказываются погребенными на глубинах, где давление и температура настолько высоки, что возникает метаморфоза. Однако, одна из неразрешенных загадок – это каким образом продукты этих изменений, метаморфиты, возвращаются на земную поверхность. Какая сила способна поднять их с глубины 50 или более километров?

### Не такие уж случайные знакомые

Большинство людей представляют себе нефтяные и газовые скважины, когда думают о процессе бурения. Нет никаких сомнений в том, что с тех пор, как первый нефтяной бум, начавшийся в американском штате Пенсильвания, потряс мир в 1859 году, подавляющее большинство скважин, в самом деле, бурилось либо для поиска углеводородов, либо для извлечения из земли нефти-сырца и ее последующей переработки на нефтеперерабатывающих заводах.

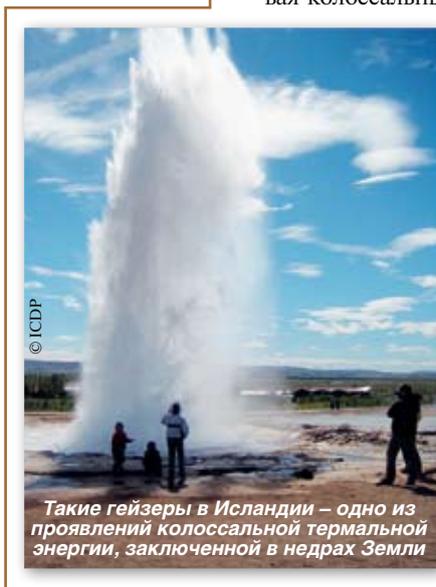
Если добавить к этому многочисленные скважины, которые проделывались для разведки таких минералов как угольные пласты и рудные тела, то вполне вероятно, что 99% глубоких скважин, проделанных человечеством за всю его историю, было просверлено в экономических, а не в научных целях. Принимая это во внимание и сравнивая колоссальные финансовые возможности нефтегазовых и горнорудных компаний со скудным финансированием геофизики, невольно возникает вопрос, почему организация, преданная делу науки и стремящаяся понять нашу Землю, такая как ICDP, занимается бурением в целях разведки природных ресурсов?

«Мы не собираемся конкурировать с промышленностью, которая бурит скважины в чисто экономических целях, – говорит Рольф Эммерман, председатель исполнительного комитета ICDP. Но он обращает внимание на синергетический эффект от сотрудничества науки и промышленности. Компании и их полевые службы поддержки накопили богатейший опыт бурения и каротажа скважин, а также последующего истолкования результатов. В то же время у геофизиков имеется ненасытная жажда познания неве-

домого. Обе группы могут, вне всякого сомнения, многому научиться друг у друга, особенно когда требуется бурить глубокие скважины, либо осуществлять бурение в труднодоступной местности, при высоких температурах, в абразивных породах или в агрессивных жидкостных средах.

### Стоим ли мы на пороге решения наших энергетических проблем?

Всем нам теперь известно, что бесконечное выкачивание нефти-сырца из подземных резервуаров не сможет восполнить наши будущие потребности в энергии. Возобновляемые источники должны, по возможности, придти на смену ископаемому топливу. Как и в случае с углем, нефтью и газом, самые большие запасы возобновляемых источников энергии лежат внутри самой Земли. По оценке Международного энергетического агентства, сделанной в 2004 году, с помощью ныне доступных технологий можно получить в два раза больше геотермальной энергии, нежели возобновляемой энергии от всех других источников вместе



Такие гейзеры в Исландии – одно из проявлений колоссальной термальной энергии, заключенной в недрах Земли



## Проекты бурения скважин в научно-исследовательских целях под патронажем Программы ICDP

В скобках указана дата завершения проекта

взятых — ветра, солнца, биомассы и гидроэлектростанций. Ученые этого Агентства также подсчитали, сколько тепла накоплено в верхних трех километрах земной коры на трех континентах: около  $12 \times 10^{12}$  гигаваатт-часов.

Если можно будет полностью собрать это «континентальное тепло», оно обеспечит потребности человечества в энергии на протяжении следующих 100 000 лет при нынешнем уровне потребления. При этом нужно иметь в виду, что континенты — это только четверть всей земной поверхности.

Конечно, полностью извлечь это тепло невозможно, но, по крайней мере, часть земного тепла под нашими

ногами можно использовать сравнительно легко. В настоящее время геотермальная энергия эксплуатируется в 24 странах. Лидером в этой области являются США, крупнейший потребитель энергии в мире. На долю этой страны приходится почти треть всей вырабатываемой геотермальной энергии (см. также заметку «Вода и пар сверхкритического давления даром»).

### Назад в будущее

Даже если в научных целях будут пробурены еще сотни скважин, каждая из них будет подобна прокалыванию земной коры тонкой булавкой. Бурильные проекты, финансируемые Программой ICDP, должны по этой причине располагаться в «типовой местности» для решения важнейших вопросов мировой геофизики.

Более мелкие скважины помогут дать ответ на целый ряд насущных, фундаментальных вопросов о прошлом Земли и процессах внутри нашей планеты. Точно так же отложения, которые могут раскрывать тайны изменений климата в течение многих столетий, находятся на глубине всего нескольких сот метров под землей. В некоторых случаях области, в которых рождаются землетрясения, находятся на глубине 3-4 км под землей. Иногда сама Земля перемещает породы из глубинной литосферы ближе к земной поверхности, и мы пока еще плохо понимаем этот процесс.

Но существует другое фундаментальное ограничение в самых совершенных технологиях глубокого бурения: помните, что диаметр Земли 12748 км, тогда как самая глубокая пробуренная скважина достигает всего лишь 12262 метров или примерно 1/1000 диаметра Земли. Какой бы фантастический рывок бурильные технологии ни совершили в будущем, даже самые оптимистично настроенные наблюдатели не верят в то, что можно будет пробурить скважину глубиной 15 км или тем более 20 км.

Несмотря на существующие трудности, бурение скважин в земной коре — это один из наиболее важных рубежей в современной геофизике. Это приключение позволит нам разрешить некоторые из многочисленных тайн, которые были сокрыты миллионы лет в темной «*terra incognita*» под нашими ногами.

Хорст Радемахер<sup>1</sup>

Статья адаптирована из буклета ICDP под названием «Захватывающее бурение», изданного в 2007 году.

1. Сейсмолог и свободный по найму журналист, пишущий научно-популярные статьи

## Как участвовать

Разменяв второе десятилетие, Международная научная программа континентального бурения объединяет ресурсы Австрии, Канады, Чешской Республики, Финляндии, Германии, Исландии, Японии, Мексики, Норвегии, Польши, ЮАР и США. Еще четыре страны в настоящее время ведут переговоры о членстве в этой организации. ЮНЕСКО является членом Научной консультационной группы, которая утверждает предложенные проекты для последующего их финансирования из фонда Программы. Шлюмбергер [Schlumberger] является корпоративным членом.

Чтобы получить поддержку и финансирование из фонда Программы, проект научного бурения должен ставить перед собой задачу исследовать одну из нижеперечисленных восьми тем. Вопросы, которые можно решить посредством бурения, финансируемого Программой ICDP, должны быть основательными. Кроме того, предлагаемое место бурения должно быть наиболее типичным примером других аналогичных структур в земной коре, которые пока еще недостаточно изучены. Наконец, в составлении заявки и в самом проекте должно участвовать несколько ученых из разных областей геофизики, чтобы извлекать максимальную пользу из каждой скважины.



Подробности на сайтах [www.icdp-online.org](http://www.icdp-online.org); или по эл. почте [icdp@gfz-potsdam.de](mailto:icdp@gfz-potsdam.de); либо свяжитесь с Ульрихом Хармсом по адресам: [Ulrich@gfz-potsdam.de](mailto:Ulrich@gfz-potsdam.de); или [r.missotten@unesco.org](mailto:r.missotten@unesco.org)

## Полюса прогреваются быстрее, чем ожидалось

Международный полярный год (МПП) завершился 31 марта после двух лет интенсивных исследований, показавших, что полюса тают намного быстрее, чем раньше ожидалось. Достижения Года были изложены в бюллетене, выпущенном двумя спонсорами: Всемирной метеорологической организацией (ВМО) и Международным научным советом, 25 февраля. Межправительственная океанографическая комиссия ЮНЕСКО была одним из многих партнеров Полярного года.

Одним из выводов, к которым пришли ученые во время МПП, состоит в том, что ледниковые щиты в Гренландии и Антарктике теряют массу, и их таяние приводит к повышению уровня воды в мировом океане. Причем скорость таяния льдов в Гренландии увеличивается.

Данные, полученные с роботизированных плавучих буев, размещенных в океане в рамках Глобальной системы наблюдения за океаном под эгидой ЮНЕСКО, в сочетании с показаниями измерительных приборов, закрепленных на теле морских животных, и данными, полученными с исследовательских кораблей МПП, подтверждают, что Южный океан теплеет значительно быстрее мирового океана в целом. Кроме того, плотные глубинные течения, формирующиеся у берегов Антарктиды, значительно опреснились в некоторых местах в результате усиленного таяния шельфовых ледников и ледниковых щитов, а в других местах вода потеплела.

В 2007 и 2008 годах площадь многолетнего морского льда уменьшилась в летнее время примерно на 1 миллион квадратных километров до минимального уровня за все время наблюдений со спутников. Другой рекорд со времени начала наблюдений за Северным Полюсом заключается в относительно тонком слое однолетнего льда в разгар зимы. Экспедиции МПП зафиксировали беспрецедентную скорость ледохода в Арктическом бассейне.

Было доказано, что незначительные изменения состояния океана, теплых течений и водного обмена между атмосферой и океаном оказывают большое влияние на силу и направления штормов. Эти штормовые системы вносят главный атмосферный вклад в уровень тепла и влажности в Арктике. Знание о происходящих изменениях улучшит прогноз направления и интенсивности штормов.

Изменение времени, типа и количества зимних осадков (снега и дождя) вследствие потепления Арктики вынуждает традиционных оленеводов в северо-западной Европе как-то приспосабливаться. Чем дальше на восток, тем больше стада северного оленя страдают от утраты пастбищ и загромождения миграционных маршрутов новой инфраструктурой и новыми веяниями в землепользовании. Увеличивается количество случаев заражения насекомыми и грибами. Несколько местных общин подключилось к сети станций мониторинга МПП для сбора и документирования данных и обмена наблюдениями за изменениями в морском льде, флоре и фауне, а также погодно-климатических условий в Арктике.

Углерода в вечной мерзлоте накопилось больше, чем раньше оценивалось. Более того, вечная мерзлота отступает значительно быстрее, чем ожидалось, высвобождая еще один тепличный газ метан, который попадает в атмосферу. Ученые обнаружили, что гидраты метана, находящиеся на морском дне, намного легче попадают в атмосферу по мере отступления шапок морского льда. Научные экспедиции в рамках МПП вдоль берегов Сибири заметили существенную дегазацию метана из океанических осадочных пород.

Исследователи документально подтвердили наличие 7500 видов в Антарктиде и 5500 видов в Арктике, включая несколько сот новых видов, ранее неизвестных науке. Большинство этих пришельцев – беспозвоночные. Одним из самых больших сюрпризов стало открытие некоторых видов микробов, которые встречаются почти в идентичной форме в Арктической и Антарктической экосистемах. А ведь эти системы находятся на расстоянии 11000 км

друг от друга! В целом виды по-разному развивались в этих двух средах. Некоторые из них эволюционировали и расширили пределы своего обитания до более низких широт. Например, согласно вновь полученным данным, многие современные глубоководные осьминоги, обитающие в более северных широтах, произошли от общих предков, которые все еще встречаются в Южном океане. В процессе изучения современных экосистем было документально подтверждено, что земные и морские виды в последнее время мигрируют в направлении полюсов, реагируя на потепление климата. В соответствии с Конвенцией о сохранении морских живых ресурсов Антарктики, две зоны площадью 400 км<sup>2</sup> каждая были признаны уязвимыми морскими экосистемами и включены в международный реестр для защиты.

Подробности можно узнать на сайте [www.ipu.org](http://www.ipu.org) и по электронной почте [k.alverson@unesco.org](mailto:k.alverson@unesco.org)

## Дания поддерживает учебные программы об изменении климата

14 января Дания обещала выделить 1,2 миллиона долларов трем учебным программам ЮНЕСКО, посвященным изменению климата. Это позволит ЮНЕСКО развивать свой виртуальный всемирный форум «Линии фронта в изменении климата» и учебную программу наблюдения за прибрежной экосистемой Sandwatch. Она также профинансирует международный семинар об изменении климата, который пройдет 27–29 июля.

Датская программа финансирования совпадает с растущей озабоченностью мирового сообщества по поводу темпов и интенсивности климатических изменений. Она осуществляется в тот год, от которого зависит, готов наш мир начать всерьез бороться с изменением климата или нет: стороны, подписавшие Рамочную конвенцию ООН об изменении климата, соберутся с 9 по 17 декабря в столице Дании Копенгагене, чтобы согласовать документ, который станет преемником Киотского протокола.

Во время Международного семинара по образовательным программам в области изменения климата, который пройдет в июле, эксперты всего мира соберутся в парижской штаб-квартире ЮНЕСКО, чтобы подготовить рекомендации по вводу проблематики изменения климата в школьные учебные планы. Эти рекомендации могут стать предметом обсуждения в рабочем комитете во время копенгагенской встречи.

Начавшись в июне прошлого года, форум ЮНЕСКО в режиме реального времени дает возможность представителям малых островных развивающихся государств и коренного населения, которые находятся на передовой линии в борьбе с изменением климата, поделиться своей озабоченностью. Финансовая поддержка со стороны Дании позволит форуму создать всемирную базу данных, в которую войдут наблюдения простых людей о последствиях изменения климата и местные адаптационные стратегии. Будут также начаты полевые исследования для сбора всеобъемлющих данных об особо интересных случаях.

ЮНЕСКО начало программу Sandwatch в 2001 году. Это учебная программа, посредством которой ученики узнают, как наблюдать за экологией местного побережья вместе со своими учителями при помощи научных методов, таких как наблюдение и измерение различных параметров. Благодаря этой программе, с годами накапливается большой объем ценной информации о состоянии окружающей среды на побережьях.

Датские фонды позволяют ЮНЕСКО создать стандартизованную базу данных в режиме реального времени, в которую участники проекта Sandwatch смогут вносить свою информацию и анализировать ее. В свою очередь, эта база данных из многочисленных наблюдений будет использоваться в качестве критерия

оценки воздействия климатических изменений и других явлений на береговую флору и фауну и для выработки более эффективных методов управления. Параллельно ЮНЕСКО будет работать с министерствами образования и другими инстанциями над расширением сети школ, участвующих в программе Sandwatch — в настоящее время эта программа осуществляется в 55 странах — и призывать правительства разных стран включить Sandwatch в учебные планы общеобразовательных школ.



*На этом картофельном поле в Перуанских Андах на высоте 3800 метров Джулия собирает картофель. Ледники отступают в Андах, а дожди становятся все менее предсказуемыми. С восьмидесятых годов прошлого века агрономы вырастили несколько гибридных, более крупных сортов картофеля, которым требуется больше воды для созревания, нежели традиционным сортам. Более популярные у городских жителей, гибридные сорта картофеля постепенно вытесняют местные сорта. Это уменьшение разнообразия выращиваемых сельскохозяйственных культур означает, что*

*фермерам будет труднее приспособиваться к климатическим изменениям, поскольку у них будет меньше вариантов для адаптации к новым погодным условиям. Учебные программы в области изменения климата могут высветить сильные стороны местных методов приспособления к климатическим изменениям и ослабить внешнее давление на местные общины, из-за которого они подчас отказываются от традиционных методов земледелия.*

Дания ежегодно вносит около 3,7 миллионов долларов США на учебные и коммуникационные программы ЮНЕСКО, но она впервые пожертвовала внушительную сумму конкретно для поддержания учебных программ в области изменения климата.

Подробности можно узнать по адресу [d.nakashima@unesco.org](mailto:d.nakashima@unesco.org); на виртуальном форуме [www.climatefrontlines.org](http://www.climatefrontlines.org); о программе Sandwatch можно узнать из журнала «Мир науки» за январь 2007 года, а также познакомиться с ней на сайте: [www.sandwatch.org](http://www.sandwatch.org).

## Десять лет на спасение коралловых рифов

С 1950 года мир потерял 19% всей изначальной площади коралловых рифов. Еще 15% находится в критическом состоянии и может исчезнуть в течение следующих 10–20 лет; затем еще 20% рифов могут исчезнуть в течение 20–40 лет. Это предсказание 372 исследователей коралловых рифов, а также управленцев, представляющих 96 стран. Они обобщаются в докладе под названием «Состояние мировых коралловых рифов: 2008 год», который периодически готовится Всемирной сетью контроля над коралловыми рифами с участием ЮНЕСКО, Национального агентства по изучению океана и атмосферы (NOAA), проектов «Проверка рифов» (Reef Check) и «Основание Рифов» (ReefBase) и других партнеров.

Менее половины (46%) коралловых рифов мира считаются здоровыми, и над ними пока не нависла угроза гибели в ближайшие годы.

Разделение рифов на «серьезно больные», «в критическом состоянии» и «здоровые» не учитывает угрозы, связанные с глобальным изменением климата, которые неизбежно возникнут, как это предсказывает большинство специалистов — вопрос только во времени.

Потепление мирового океана, усиливающееся окисление океана и более интенсивные тропические штормы в настоящее время расцениваются ведущими учеными и директорами мира как серьезные угрозы для всех коралловых рифов. Спутники NOAA фиксируют, что в тропическом поясе вода в океане теплеет значительно быстрее в течение последнего десятилетия, чем ожидалось. Это значит, что у нас остается 8–10 лет на то, чтобы обратить вспять эту тенденцию, поскольку концентрация углекислого газа в воде на уровне 450 промилле и выше угрожает самому существованию коралловых рифов. Уже треть всех видов кораллов в мире находится под угрозой исчезновения.

Рифы в странах кораллового треугольника — Индонезии, Филиппинах, Малайзии и Тимор Лесте — продолжают уменьшаться и отступать по причине чрезмерного рыбного промысла, усиливающихся отложений, а также промышленного загрязнения и городских сбросов. Половина мангровых зарослей уже погибла. По тем же причинам рифы «тают» на северо-востоке Азии; проблема там еще более усугубляется выцветанием. Однако по мере развития экономики и региональной кооперации здесь растет экологическое сознание.

На Ближнем Востоке рифы Красного моря и Аденского залива остаются здоровыми, а вот рифы в Персидском заливе, Аравийском море и Оманском заливе все еще не могут оправиться от потрясения после сильнейшего циклона в середине 2007 года. Кораллы также гибнут по причине массового прибрежного строительства вдоль всего Аравийского полуострова.

Крупнейшие в мире заповедные (особо охраняемые) морские территории (ЗМТ) недавно были созданы в Тихом океане. В 2006 году правительство США присвоило крайне высокий статус особо охраняемой территории национальному морскому памятнику «Папаханаумоуакеа», который раскинулся на площади 356892 км<sup>2</sup> в заповедной экосистеме коралловых рифов на северо-западе Гавайских островов. В январе 2009 года президент США бросил вызов лидерам делового мира, предложив им создать заповедную территорию в трех районах Тихого океана, охватывающих около 320000 км<sup>2</sup> удаленных и относительно малонаселенных островных гряд. К ним относятся девственные коралловые рифы, исчезающие морские виды и Марианская впадина, самое глубокое место на Земле. Три особо охраняемых района должны стать Марианские острова в западной части Тихого океана, удаленные тихоокеанские острова «Национальный памятник» и атолл Розе недалеко от Самоа под американским протекторатом. Охраняемые территории простираются на 80 км. Самая большая ЗМТ мира и самая большая охраняемая территория мира, провозглашенная правительством Кирибати и охватывающая территорию в 410500 км<sup>2</sup> — острова Феникс. Она затмевает Большой барьерный морской парк, созданный в 1975 году и обновленный в 2004 году. Из общей площади в 344400 км<sup>2</sup> «зеленой зоной» было объявлено 115395 км<sup>2</sup>.

Два региона обязались сохранить к 2020 году 20–30% своей естественной морской и береговой среды обитания: Палау, Федеративные штаты Микронезии, Маршалловы острова, Гуам и Северные Марианские Острова выступили с инициативой «Вызов Микронезии», а в 2008 году Багамские острова, Доминиканская республика, Ямайка, Гренада и Сент-Винсент и Гренадины<sup>2</sup> выступили с инициативой под названием «Вызов Карибскому морю».

Почти 500 миллионов человек в какой-то мере зависят от коралловых рифов, которые обеспечивают их продовольствием и дополнительными доходами. Из этого числа 30 миллионов человек почти всецело зависят от коралловых рифов — без них им будет трудно себя прокормить.

Подробности смотрите на стр. 24; читайте доклад на сайте: [www.gcrmn.org](http://www.gcrmn.org)

2. О состоянии коралловых рифов в Карибском море читайте «Мир науки» за апрель 2008 года.

| Лауреаты премии ЛОРЕАЛЬ-ЮНЕСКО (по регионам) | Исследовательский проект в области наук о жизни   | Научные учреждения   |
|--|---|--|
| <b>Финна Куррееман, Маврикий</b>             | Исследование генов, отвечающих за развитие ревматоидного артрита  | Гарвардский медицинский факультет и Бостонская женская больница, США                                       |
| <b>Нонланла Дламини, ЮАР</b>                 | Исследование традиционной африканской медицины, применяемой при лечении саркомы Капоси, характеризующейся ненормальным ростом кровеносных сосудов, который приводит к поражению кожи (опухольям); эта разновидность рака часто встречается у больных СПИДом | Университет штата Флорида, Гейнсвилль, США   |
| <b>Джоан Мунисси, Танзания</b>               | Противомикробные препараты, выделяемые из культур Танзанийских морских грибов   | Геттингенский университет, Германия  |
| <b>Мари Аббуд, Ливан</b>                     | Разработка бесконтактного оптического изображения кровеносных сосудов для выявления опухолей и улучшения диагностики  | Университет Бретани в Бресте, Франция  |
| <b>Хадиджету Левейри, Мавритания</b>         | Изучение распространения малярии в столице Мавритании Нуакшоте  | Институт исследований в Дакаре, Сенегал  |
| <b>Рима Аль-Бешарат, Сирия</b>               | Выделение, идентификация и словесное описание целебных бактерий, вырабатывающих молочную кислоту и распространенных среди населения Сирии, потребляющего кисломолочные продукты; исследование возможного применения бактерий в пищевых добавках             | Мюнхенский технический университет, Германия   |
| <b>Джин Гий Ши, Китай</b>                    | Исследование генетики острой лейкемии костного мозга – рака, поражающего белые кровяные тельца  | Институт онкологического исследований, Саттон, Великобритания  |
| <b>Йен Йен Чан, Малайзия</b>                 | Применение биохимических биосенсоров ДНК для выявления патогенных ДНК в пробах жидкостей, взятых из организма. Эта новая область исследований может привести к разработке недорогого переносного набора для диагностики инфекционных заболеваний            | Университет штата Новый Южный Уэльс в Сиднее, Австралия  |
| <b>Ишрат Бано, Пакистан</b>                  | Разработка магнитных нано частиц с целью последующего их применения для доставки лекарственных препаратов   | Кембриджский университет, Великобритания   |
| <b>Ивана Пешич, Сербия</b>                   | Изучение и идентификация белков мочи – средства диагностики почечной недостаточности  | Университет Георга-Августа в Геттингене, Германия  |
| <b>Марейке Познер, Германия</b>              | Изучение сопротивляемости ферментных систем в организмах, приспособившихся к экстремальным условиям   | Центр исследования экстремофилов при Университете города Бат, Великобритания                               |
| <b>Лидия Линч, Ирландия</b>                  | Изучение человеческого сальника в качестве иммунологического средства. Жировой сальник нависает над кишечником.   | Медицинский факультет Гарварда, Бостон, США  |
| <b>Паула Виллар, Аргентина</b>               | Разработка трехмерной компьютерной модели человеческого сердца  | Центр суперкомпьютеров в Барселоне, Испания  |
| <b>Берта Гонзалес Франкенбергер, Мексика</b> | Изучение речевого развития и обработки голоса у новорожденных и недоношенных детей  | Медицинский центр университета Св. Джастина, Монреаль, Канада, и больница Амьенского университета, Франция |
| <b>Сесилия Гонзалес Марин, Перу</b>          | Изучения связи между оральными инфекциями и медицинскими осложнениями у беременных женщин   | Школа медицины и стоматологии Королевы Мэри в Лондоне, Великобритания                                      |

## Награды **выдающимся женщинам**

Пять женщин-лауреатов премий ЛОРЕАЛЬ-ЮНЕСКО для женщин-ученых получили по 100000 долларов США каждая на церемонии, организованной 5 марта в парижской штаб-квартире ЮНЕСКО. Пятнадцати молодым женщинам-ученым были также вручены чеки на 40000 долларов США каждой, чтобы вдохновить их на продолжение исследований в области наук о жизни в своих престижных институтах (см. Таблицу).

Лауреатами этого года являются:

• **От Африки и стран Арабского мира:**

**профессор Тебелло Ньоконг**, представляющая факультет химии Университета Родса в ЮАР, за работу в области использования света для лечения рака и обеззараживания окружающей среды.



• **От Азии и Тихоокеанского региона:**

**профессор Акико Кобаяши**, от факультета химии Нихонского университета в Японии, за вклад в развитие молекулярных проводников, а также конструирование и синтез однокомпонентного молекулярного металла.



• **От Северной Америки:**

**профессор Евгения Кумачева**, факультет химии Университета Торонто, Канада, за разработку и конструирование инновационных материалов, применяемых в новых областях, включая целенаправленную доставку лекарственного вещества к участку действия при лечении рака, а также хранение оптических данных высокой плотности.



• **От Европы:**

**профессор Афина М. Дональд**, факультет физики Кембриджского университета, Великобритания, за раскрытие тайн физики разнородных материалов – от цемента до крахмала.



• **От Латинской Америки:**

**профессор Беатрис Барбю**, от Института астрономии, геофизики и наук об атмосфере, Университет Сан-Паулу в Бразилии, за работу, посвященную жизни звезд от зарождения Вселенной до настоящего времени.



В этом году председателем жюри был египетский профессор Ахмед Зеваил, лауреат Нобелевской премии в области химии за 1999 год.

Подробности можно узнать на сайте [www.forwomeninscience.com](http://www.forwomeninscience.com) или по эл. почте [t.clair@unesco.org](mailto:t.clair@unesco.org)

## Год 2011 объявлен **ГОДОМ ХИМИИ**

ООН провозгласила 2011 год Международным годом химии и назначила ЮНЕСКО и Международный союз чистой и прикладной химии (IUPAC) ответственными за все мероприятия, приняв соответствующую резолюцию на 63-й Генеральной ассамблее, которая состоялась в декабре, в Нью-Йорке.

Резолюция была представлена ООН Эфиопией после того, как она была принята Исполнительным советом ЮНЕСКО. В этот год будут отмечаться достижения химии и ее вклад в сокровищницу знаний, охрану окружающей среды и развитие экономики.

«Мы надеемся на то, что общество научится больше ценить и лучше понимать химию, – сказал президент IUPAC, профессор Джун-Иль Чин.

«Повышение общественной осведомленности в области химии тем более важно, — добавил генеральный директор ЮНЕСКО Коичиро Мацуура, — потому что нам предстоит решать задачи устойчивого развития. Нет сомнений в том, что химия будет играть большую роль в разработке альтернативных источников энергии и в решении проблемы продовольственного обеспечения постоянно растущего населения Земли». Молекулярные трансформации играют ключевую роль в производстве продуктов питания, лекарственных препаратов, топлива и бесчисленного количества промышленных товаров.

Год химии ознаменует 100-летнюю годовщину присуждения Нобелевской премии в области химии Марии Склодовской Кюри в 1911 году, тем самым давая хороший повод отметить вклад женщин в науку. В 1911 году была также создана Международная ассоциация химических обществ для развития научного диалога между учеными разных стран и сотрудничества химиков в области стандартизации номенклатуры и терминологии. В 1919 году эта Ассоциация была заменена Международным союзом чистой и прикладной химии.

secretariat@iupac.org; j.hasler@unesco.org; www.chemistry2011.org

## Открытие обсерватории Пьера Оже

Обсерватория Пьера Оже была торжественно открыта 14 ноября в Маларге, Аргентина. Обсерватория исследует тайны космических лучей — заряженных частиц, бомбардирующих Землю. Они несут в себе колоссальную энергию, в 10 миллионов раз превышающую ту, которая развивается в самом мощном ускорителе частиц. Введенная в эксплуатацию более 10 лет тому назад под эгидой ЮНЕСКО, эта обсерватория представляет собой сеть из 1600 датчиков, размещенных в Аргентине на площади 3000 км<sup>2</sup>.

Обсерватория Оже — это «детектор смешанного типа», использующий два независимых метода для обнаружения и изучения высокоэнергетических космических лучей. Один из методов состоит в выявлении высокоэнергетических частиц, благодаря их взаимодействию с водой, помещенной в детекторные цистерны на земной поверхности. Другой метод заключается в слежении за развитием атмосферных ливней путем наблюдения за ультрафиолетовыми лучами, испускаемыми в верхних слоях земной атмосферы.

Международное сотрудничество по реализации данного проекта формально началось на совещании в штаб-квартире ЮНЕСКО в 1995 году, когда Аргентина предложила разместить на своей территории южную обсерваторию Пьера Оже, и все стороны с благодарностью приняли это предложение. Финансовый совет проекта обсерватории Пьера Оже провел совещание 13 октября 1998 года в штаб-квартире ЮНЕСКО, чтобы согласовать все вопросы, связанные с организацией, управлением и финансированием проекта. Эту встречу почтил своим присутствием президент Аргентины Карлос Менем, который объявил, что строительство Обсерватории Пьера Оже может начаться уже в следующем году. Формально проект начался в марте 1999 года с подписания соглашения за два месяца до начала строительства детектора в Аргентине.

Проект носит имя бывшего научного директора ЮНЕСКО Пьера Оже (занимавшего этот пост с 1948 по 1958 годы), который умер в 1993 году. Лучше всего этого ученого запомнили благодаря тому, что ЮНЕСКО при нем сыграла ключевую роль в создании Европейской организации ядерных исследований (CERN) возле Женевы: 21 октября прошлого года CERN запустила Большой адронный коллайдер. Пьер Оже специализировался в экспериментальной физике, конкретно в области физики атомных (фотоэффект), ядерных (медленные нейтроны) и космических (атмосферные ливни) лучей. После ответственной работы в ЮНЕСКО г-н Оже также занимал пост директора службы космической физики



© Обсерватория Пьера Оже

*Один из 1600 детекторов, установленных на поверхности Земли — на фоне Андского горного хребта. Каждый детектор работает независимо на солнечных батареях мощностью 20 ватт. Сигналы детектора автоматически передаются по радиосвязи в центральную обсерваторию.*

при Французском государственном центре научных исследований (1959–1962) и генерального директора Европейской организации космических исследований (1962–1967).

В проекте Обсерватории Пьера Оже участвуют 350 ученых из Аргентины, Австралии, Боливии, Бразилии, Чешской Республики, Франции, Германии, Италии, Мексики, Нидерландов, Польши, Португалии, Словении, Испании, Великобритании, США и Вьетнама. Проект обсерватории был задуман Нобелевским лауреатом в области физики Джеймсом Крониним из Чикагского университета (США) и Аланом Уотсоном из Университета города Лидс (Великобритания).

В настоящее время начинается вторая стадия проекта, которая включает в себя планы создания обсерватории в северном полушарии (штат Колорадо, США) и усовершенствование южного проекта.

Подробности на сайте: [www.auger.org](http://www.auger.org) и по эл. почте: [m.alarcon@unesco.org](mailto:m.alarcon@unesco.org)

## Премия за исследования в области оптики иранскому ученому

Д-р Сайфолла Разули из Института передовых исследований в области фундаментальных наук в иранском городе Занджан стал лауреатом Премии Гальено Денардо этого года, спонсорами которой выступают Международный центр теоретической физики ЮНЕСКО (ICTP) и Международная комиссия по оптике (ICO).

Премия Гальено Денардо ежегодно присуждается ученым моложе 40 лет из развивающихся стран. Премия включает чек от ICO на сумму 1000 долларов США, а также финансирование поездки победителя из фондов ICTP на будущее учебное мероприятие в ICO и семинара, посвященного его или ее работе.

Д-р Разули получил компенсационную выплату во время Зимнего колледжа по оптике в экологии, ежегодно проводимого для ученых из развивающихся стран. В этом году это мероприятие, организованное ICTP, прошло со 2 по 13 февраля. Жюри отметило творческий подход этого ученого к использованию специальной лазерной интерферометрии для исследования атмосферной турбулентности, которая обеспечивает более высокое разрешение в сравнении с более традиционными методами. Работа д-ра Разули имеет большое прикладное значение и может использоваться в самых разных областях — от мониторинга погоды до повышения эффективности топлива в самолетах и автомобилях.

Подробности: <http://prizes.ictp.it/ICO>; [pressoffice@ictp.it](mailto:pressoffice@ictp.it)



# Жак Вебер

## «Кризис может стать возможностью переосмыслить мировую экономику»

По мере того как финансовый и экономический кризис все сильнее сжимает наш мир в своих тисках, многие ученые, организации и институты начинают действовать. Становятся популярными такие выражения как «зеленая сделка» и «новая глобальная зеленая сделка». Учитывая, что природные ресурсы оскудевают, ведутся разговоры о том, чтобы создать систему налогообложения, ориентированную на интересы экологии. Экономист и антрополог Жак Вебер, научный директор Международного центра сельскохозяйственных исследований для развития, подробно обсуждает все более популярную идею: сдвиг в сторону зеленой экономики, чтобы после выхода из кризиса мировая экономика развивалась на более прочном фундаменте.

### Проанализируйте, пожалуйста, нынешний кризис.

Мне не приходят в голову какие-либо прецеденты; любые ссылки на Великую депрессию 1929 года мне кажутся совершенно неуместными и вводящими в заблуждение. Мы еще не видели последствий нынешнего кризиса, не знаем, как он скажется на мировой экономике, и никто не может предсказать, как долго он продлится.

Все большее число стран близки к приостановке платежей, даже наиболее богатые нации, такие как Исландия и Ирландия. Все большее число банков находится на грани банкротства, что вынуждает государство национализировать их. Почти всюду растет безработица; Китай потерял более 20 миллионов рабочих мест с сентября 2008 года по январь 2009 года, что почти равняется всему трудоспособному населению Франции. Существуют реальные опасения, что сжатие экономик и социальные драмы, которые этот процесс может породить, вызовут сильные общественные волнения и потрясения.

По своей природе это, вне всякого сомнения, финансовый кризис, и рано или поздно он непременно бы случился. Однако тот факт, что он случился после резкого роста цен на бензин, сырье и продовольствие, указывает на то, что по своей объективной сути это кризис невозобновляемых и возобновляемых природных ресурсов, тогда как финансовые потрясения — это лишь его выражение.

### Может ли этот кризис стать благословением для устойчивого развития?

Если этот кризис — следствие оскудения природных ресурсов, то большая экономика может предоставить возможности для фундаментального решения этой проблемы, чтобы полностью исключить ее возникновение в будущем. Кризис может стать возможностью переосмыслить мировую экономику и национальные экономики, а также осуществить перестройку международных организаций.

Кризис — возможность изобрести новые механизмы на мировом уровне во благо тех стран, которые меньше всего потребляют; он также означает окончание эры международной «помощи развитию», которая выделяется так, как благорассудится той или иной стране, конец благотворительности, конец произвола и его замена механизмами, основанными исключительно на справедливости и высоких требованиях.

В капиталистическом мире, как мы его знаем, богатство создается за счет уничтожения природы (*природного капитала*). Если я уничтожу какую-то местность, то смогу получить «добавленную стоимость», что приведет к росту ВВП. В обновленном капиталистическом мире уничтожение природы будет чрезвычайно дорогостоящим делом, тогда как сохранение или приумножение природного потенциала будет высокодоходным бизнесом.

### Готовы ли компании взять на вооружение принцип «загрязнитель окружающей среды платит по счетам»?

Этот принцип не является карательным, но он заставит тех, кто продолжает загрязнять и губить природу, финансировать тех, кто готов вкладывать средства в уменьшение этого загрязнения. Таким образом, это вопрос стимулов и перераспределения. В идеале налог должен быть достаточно высоким для того, чтобы капиталовложения в уменьшение загрязнения стали «прибыльным делом».

Компании начинают понимать свою зависимость от живого мира и факт оскудения тех природных ресурсов, от которых зависит их прибыль. Они уже пытаются свести к минимуму воздействие своей деятельности на окружающую среду и создать конкретную систему учета, в которой большое внимание уделяется биологическому разнообразию и улучшению экосистем. Но хотя бизнес понимает целесообразность перестройки экономики с акцентом на умножении природного потенциала, нет никакой уверенности в том, что он увидит все возможные последствия этого нового подхода к организации рынков и структуре прибыли. Да и кто может их увидеть на данном этапе? Нам нужно вместе сесть за стол и проанализировать ситуацию.

### Как мы можем перейти на зеленую экономику?

Одной из мер может стать упразднение налогов на труд и их замену эконалогами. Другой мерой может быть введение энергетического налога, охватывающего весь процесс от производства до потребления энергии. Этот налог можно было бы назвать «налогом на добавленную энергию». В последнем случае потребление энергии наказывается на всех этапах процесса для стимулирования энергосбережения и развития «чистой» энергетики.<sup>3</sup> Речь идет не об умножении налогов, а о замене налогов, поощрявших уничтожение природного потенциала налогами, благоприятствующими его сохранению и приумножению.

### Что Вы имеете в виду под «упразднением налогов на труд»?

Я имею в виду все налоговые отчисления, которые тяжелым бременем ложатся на рынок труда. Во Франции эти отчисления достигают 50% от всей заработной платы работающих людей. Профессиональный налог, выплачиваемый компаниями, служит источником доходов для местных организаций, но приводит к снижению реальной заработной платы. Когда президент Саркози объявил в феврале прошлого года о том, что он отменит Профессиональный налог и заменит его эконалогом, он следовал той же логике, что и я. Необходимо заменить тяжелые налоги, которыми облагается трудовое население, налогами на потребление природных богатств, включая плодородие почв, рыбный промысел, лесное хозяйство, туризм...

### **Чего можно было бы добиться с помощью эконалога?**

Прямое или косвенное налогообложение (через продажу квот на углеродные выбросы и т.д.) эксплуатации природных ресурсов можно провести в жизнь через целый ряд мер, которые помогут нам перенести центр тяжести в государственном регулировании на поддержание или приумножение природного потенциала.

Сегодня цена рыбы на вашей тарелке зависит от стоимости труда, затраченного на то, чтобы выловить ее в море, обработать и доставить к вашему месту жительства. Сама рыба не имеет стоимости; однако система переносимых квот косвенным образом приводит к появлению у этой рыбы определенной стоимости. «Индивидуальные передаваемые квоты» на рыбу существуют во многих странах. Эти передаваемые права могут иметь отношение к зонам рыбного промысла, количеству вылавливаемой рыбы, рыболовному сезону и т.д. Что касается почв, то основанием для налогообложения может служить показатель плодородия земель; в лесном хозяйстве можно продавать право на валку леса третьей стороне посредством аукционных торгов. В случае невыполнения обязательств это право теряется; в экологически уязвимых местах можно также ввести квотирование количества туристов, которым будет разрешено посетить эти места; квоты будут распределяться между туроператорами также посредством торгов; опять-таки в случае несоблюдения условий эти туроператоры будут лишаться квот. В каждом из этих случаев полная или частичная стоимость прав используется для оказания помощи сторонним наблюдателям, которые стараются приспособиться к новой системе.

### **Успех ветряной энергетики в Германии, похоже, оказал крайне неблагоприятное влияние на углеродные выбросы в Восточной Европе, поскольку немецкие компании продают свою квоту загрязняющим природу предприятиям в Польше и других странах. Торговля углеродными квотами предусмотрена «механизмом чистого развития» (МЧР) по Киотскому протоколу. Но можно ли считать этот метод действенным?**

Вы проиллюстрировали хорошо известный факт, что рынок без правил – это не рыночный закон, а закон джунглей! Похоже, что МЧР выходит из-под контроля и нуждается в переоценке. Чтобы вернуть рынок в нужное русло, требуется более широкое регулирование.

Торговля квотами на углеродные выбросы – это интересный инструмент до тех пор, пока эмиссии действительно контролируются, а не просто отдаются на усмотрение заинтересованных кругов. По-моему, это вопрос использования рынка в качестве инструмента, но нельзя допускать, чтобы мы сами становились орудием в руках рынка. При этом ни один инструмент не является совершенным или достаточным. В зависимости от задач, действующих лиц и характера вопросов, требуется сочетание нескольких инструментов.

### **Президент Эквадора Корреа предложил ОПЕК ввести налог на цену нефти, чтобы поощрить страны-производители развивать альтернативные источники энергии – эту идею подсказал экономист Герман Дейли. Что Вы об этом думаете?**

Эта мера может стать частью общей стратегии. Но я предлагаю нечто иное: облагать энергоносители налогами по всей цепочке – от производителя до потребителя. Мера, предложенная президентом Корреа, касается лишь цен на нефть на стадии ее добычи. Предлагаемая мной мера – а я не претендую на то, что являюсь ее единственным автором – подхватывает идею г-на Корреа и распространяет ее на всю мировую экономику в целом. В результате нам удастся добиться всего того, о чем мечтает г-н Корреа, но плюс к этому стимулировать существенное сокращение потребления энергии. К сожалению, в поисках чистой энергии люди подчас забывают о том, как важно экономить энергию.

Налог на добавленную энергию предполагает существование международного учреждения, способного собирать и перераспре-

делять этот налог в мировом масштабе пропорционально потребляемой разными странами энергии. Это побудит людей экономить энергию на всех уровнях, поскольку налоговый доход будет перераспределяться между теми странами, которые потребляют меньше всего энергии, то есть между беднейшими нациями.

Международные организации незаменимы для ведения диалога между странами. В их недрах зарождается много крупных проектов наподобие тех, что осуществляет ЮНЕСКО. Но у них нет полномочий на то, чтобы заниматься регулированием или вводить правила – это прерогатива государств, которые обладают большими полномочиями, особенно когда речь заходит о введении санкций, без которых никакое регулирование существовать не может. Будем надеяться, что на следующей апрельской встрече большой двадцатки этот вопрос будет поднят, и ведущие экономики мира предложат систему управления во всемирном масштабе такими экономическими инструментами, как налог на добавленную энергию. Без этих глубоких размышлений не может идти речи о перестройке экономики, а нынешняя система будет то и дело воспроизводить все более масштабные кризисы.

Возможно, нам нужна новая международная организация, которая образуется в результате слияния ныне существующих ЮНЕП, ФАО, ПРООН... Но, прежде всего, нам нужна организация, наделенная полномочиями, чтобы проводить в жизнь решения государств в рамках глобального регулирования. Сама по себе, она будет радикально новым образованием в нашей глобальной экономике.

### **Какой Вам видится роль науки и ЮНЕСКО в этой новой парадигме?**

Наука находится в самом сердце всех этих идей по перестройке экономики. В настоящий момент все мысли и идеи высказываются международным сообществом вне рамок такой конвенции, которая может сделать этот процесс поистине действенным и упорядоченным. Пора уже создать международную рабочую группу из экономистов, хорошо известных у себя стране и в мире своими познаниями в области природных ресурсов и экологии, и задать им вопрос: «Насколько осуществим переход от нынешней системы регулирования к зеленой экономике? Каковы будут последствия такого перехода? Как нам реформировать процесс регулирования на мировом уровне, чтобы перевести его на рельсы глобального перераспределения?»

Такие страны как Гаити никогда сами не выберутся из ужасающей нищеты, если не будет перестроен экологический фундамент, незаменимый для устойчивого развития. Несколько лет тому назад я сказал, что это может быть для ЮНЕСКО чем-то вроде проекта Абу Симбел 21-го века, и не собираюсь отказываться от своих слов. Организация, которая изобрела такое понятие как «резервы биосферы», имеет неплохой шанс решить и эту задачу, разместив в своей штаб-квартире упомянутую мной рабочую группу. Впоследствии она будет купаться в лучах славы, поскольку ее полезность во время кризиса может быть продемонстрирована столь наглядным образом.

Интервью записала Мериэм Буамране

Читайте также промежуточный доклад Большой восьмерки (июнь 2007 г.) под названием «Экономика экосистем и биологическое разнообразие»

<http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/economics/>

3. Экономия электроэнергии, с одной стороны не должна заслонять проблему всеобщего потребления энергии. Мы часто читаем, что электромобили – экологически чистый вид транспорта. На самом деле они не загрязняют окружающей среды, но их аккумуляторы нужно перезаряжать либо с помощью АЭС, либо с помощью ТЭЦ. При этом 60% энергии теряется между тем временем, когда энергия ископаемого топлива приводит в действие ТЭЦ, а затем используется для перезарядки аккумуляторов электромобилей.
4. Спасение этого нубийского храма в шестидесятые годы прошлого века стало одним из величайших успехов за всю историю ЮНЕСКО в 20-м веке!

# Забота о больной «Реке-матери Китая»

Желтая река – вторая по длине река в Китае после Янцзы и шестая в мире. В 2000 году на ее берегах проживало 110 миллионов человек, она является колыбелью цивилизации Северного Китая и важным центром нынешнего политического и социально-экономического развития Китая: в ее бассейне производится 6,8% ВВП Китая.

Ее с любовью называют «Рекой-матерью Китая». Однако Желтая река сильно страдает от продолжительных засух, наводнений, отложения осадков и сильного загрязнения. Засуха этого года обещает быть самой тяжелой за последние полвека. Какое влияние теплеющий климат окажет на водоснабжение региона, быстрорастущее население которого может превысить 121 миллион человек к 2010 году? Между тем здоровье экосистем ухудшается, поскольку для поддержания бума в сельском хозяйстве, промышленности и городском хозяйстве нужны ресурсы, а их катастрофически не хватает.

Описываемый ниже наглядный пример был подготовлен Комиссией по сохранению Желтой реки (YRCC) и был включен в Доклад о развитии водных ресурсов в Третьем мире из серии «Вода в меняющемся мире». Доклад был выпущен 16 марта этого года. Комиссия YRCC признает, что ей и другим ответственным министерствам придется найти баланс между конкурирующими отраслями и оздоровительными мерами, если только они всерьез хотят защитить «Реку-мать Китая» и позаботиться о будущем более чем 120 миллионов китайцев, проживающих на ее берегах.

Исток Желтой реки (по-китайски Хуанхэ) находится в восточной части Тибетского нагорья на западе Китая. Отсюда она течет 5500 км по гигантской Северокитайской равнине, пересекая пять провинций, а затем впадает в море Бохай примерно в 250 км к югу от Пекина (см. карту).

Средняя температура в этой гористой местности колеблется от 4°C до 14°C. Более 60% осадков выпадает с июня по сентябрь во время сезона вегетации. В девяностые годы уровень осадков был на 7,5% ниже среднегодовой нормы в предыдущие десятилетия по причине засухи (см. «Засушливое десятилетие» на развороте).

Ксу и другие метеорологи предсказывают, что средняя температура в бассейне реки может подняться на 3,9% к 2080 году, а количество осадков увеличиться на 8,7%, хотя они ожидают снижения уровня воды в реке в течение этого периода времени. В грядущем столетии в бассейне реки может обнаружиться критическая нехватка воды, если вода не будет использоваться более эффективно за счет лучшего управления и применения новых технологий. Далее излагаются лишь некоторые вызовы.



©Донг Баоюя

Ледниковое озеро в истоке Желтой реки на восточном Тибетском нагорье



©Сун Янбо

В озере Е-Линь недалеко от истока Желтой реки берут пробы воды

## Нещадная эксплуатация подземных вод

Спрос на воду в бассейне резко вырос с 1949 по 2006 годы с 10 миллиардов кубометров до почти 38 миллиардов кубов. С тех пор как в пятидесятые годы начали рыть трубчатые колодцы, их количество возросло до 380000. К 2000 году ежегодно извлекалось 11 миллиардов кубометров грунтовых вод. Чрезмерная эксплуатация грунтовых вод – в частности, в крупных и средних городах – стала серьезной проблемой. Некогда известный как «город родников», Цзинань стал свидетелем высыхания своих родников в 90-е годы. В целом уровень грунтовых вод существенно уменьшился в 65 местах по причине экстенсивного отбора воды.

## Вода в реке становится непригодной для питья

Экономический бум и быстрая индустриализация в сочетании с ростом населения, в первую очередь, отразились на качестве воды. Объем необработанных сточных вод, сбрасываемых в Желтую реку, удвоился с восьмидесятых годов до 4,2 миллиардов кубометров в год. В реку сбрасывается 300 загрязняющих веществ, и в настоящее время вода пригодна для питья только в 60% русла реки.

По закону о защите воды от загрязнения в 2009 году подготовлены законодательные инициативы для защиты водных ресурсов. Также сформулированы нормы сброса загрязненного стока и регулирующие предписания. Одновременно видоизменяется Закон о защите водных ресурсов.

## Чрезмерное использование воды для ирригации

С 1951 по 1987 годы на берегах реки были построены многочисленные сооружения для сдерживания наводнений, ГРЭС и ирригационные плотины. В семидесятые годы прошлого века в верхнем бассейне были построены большие дамбы, кампания



*Водосборный бассейн Желтой реки занимает 795000 км<sup>2</sup>. В 2000 году около 26% территории бассейна было урбанизировано. Река протекает в двух разных климатических зонах: в засушливых и полусухих местностях северо-запада с континентальными муссонами и в полувлажных местностях на юго-востоке страны.*

Однако без ирригации в бассейне реки будет трудно культивировать рис. Урожайность основных культур, выращиваемых в бассейне реки – пшеницы, кукурузы и соевых бобов – повышается на 50% благодаря ирригации. Именно этот рост урожайности был главным стимулом расширения поливных площадей в бассейне с 50-х годов прошлого века. Однако, многие сегодня убеждены в том, что развитие ирригации достигло предела, и общее

за сохранение плодородия почв привела к появлению новых насыпных пахотных земель на Лессовом нагорье в среднем течении, а в нижнем течении были значительно расширены ирригационные рукава и ответвления. К 2000 году действовало уже свыше 10000 водоемов, 23 из которых включали большие плотины. Общий объем воды в этих водохранилищах достиг 62 миллиардов кубометров, что превышает ежегодный сток всей реки. Ежегодное производство гидроэлектроэнергии в бассейне реки в настоящее время достигает 40 миллиардов киловатт-часов.

Ирригационные площади быстро увеличивались: с 8000 км<sup>2</sup> в 1950 году до 75000 км<sup>2</sup> в 2000 году. Спрос на ирригацию стабилизировался в восьмидесятые годы, а после 2000 года на сельскохозяйственные нужды стало использоваться меньше воды в соответствии с Планом распределения воды из Желтой реки. Тем не менее, на сельскохозяйственные нужды все еще расходуется 84% всей воды, на промышленные нужды – 9%, на домашние хозяйства 5% и на экологические цели – 2%. Когда потребление превышает объем имеющихся водных ресурсов, дефицит покрывается за счет использования грунтовых вод за пределами бассейна или путем оборотного водоснабжения.

С ростом экологического сознания и спроса на воду со стороны промышленности все громче раздаются голоса, требующие более эффективно расходовать воду на нужды сельского хозяйства, особенно когда водоснабжение достигает допустимого предела. Комиссия YRCC приняла план по сокращению потребления воды для нужд сельского хозяйства на 10% к 2010 году.



*На этих террасированных склонах Лессового нагорья в среднем течении Желтой реки ряды зеленых насаждений укрепляют грунт. Это традиционный местный метод борьбы с эрозией почвы, который позволяет также сберечь воду. Кроме того, зеленые плантации дают местным общинам альтернативный источник доходов*

мнение заключается в том, что на следующем этапе развития бассейна реки, по мере того как запасы воды оскудевают, больше внимание следует уделять выращиванию неорошаемых культур, которые в настоящее время дают 45% от общего урожая.

### **Бороться с отложениями осадка**

Желтая река получила свое название от окраски тяжелого осадка, который оседает на ее дне, пока она протекает по просторам Лессового нагорья, занимающего площадь в 640000 км<sup>2</sup>, а затем переносится вниз по течению. Неплотные почвы плоскогорья легко размываются и попадают в большом количестве в Желтую реку и ее притоки, особенно во время сезона летних дождей.

За год река переносит в среднем 1,6 миллиарда тонн осадка. Только 25% этого объема попадает в море, а остальное оседает на дне реки. Из-за отложения этого осадка дно реки поднимается в среднем со скоростью 5-10 см в год; соответственно периодически поднимаются и многочисленные дамбы. Влияние осадения на динамику стока затрудняет задачу управления речными ресурсами, особенно в нижнем течении.

Комиссия YRCC объявила главным экологическим приоритетом вымывание тяжелого груза донных осадков, наряду с защитой биологического разнообразия и поддержанием заболоченных территорий и рыбопромысловых мест в устье реки. Минимальная сила течения, необходимого для смыва осадков, составляет 14 миллиардов кубометров; еще 5 миллиардов кубометров необходимо для других экологических потребностей. Но когда поверхностные воды уже используются по максимуму, трудно добиться минимально необходимой силы течения для осуществления экологических приоритетов.

### **Справиться с наводнениями и засухой**

За долгую историю бассейна Желтой реки наводнения и засухи унесли миллионы жизней. С 206 года до н.э. по 1949 год было зарегистрировано 1092 крупных наводнения, наряду с 1500 прорывами плотин, 26 случаями реканализации рек и 1056 засухами. Плоская Северокитайская равнина, образованная аллювиальными отложениями из Желтой реки, всегда была подвержена наводнениям.

После основания Народной Республики Китая в 1949 году планирование защитных ограждений и сооружение многочисленных гидравлических конструкций значительно уменьшило уязвимость местного населения и потери вследствие наводнений. Набережные, водохранилища и зоны аккумуляции паводков

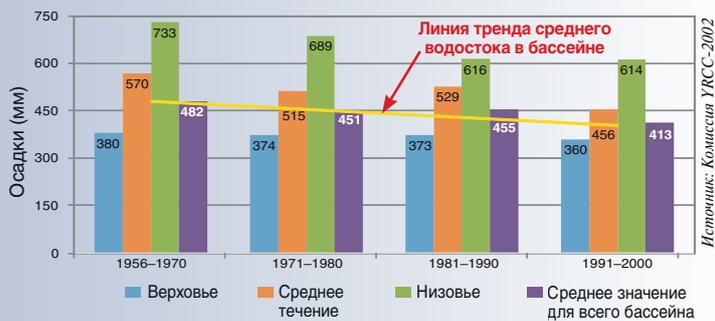
## Десятилетие засухи

В 1987 году Государственный Совет Китая принял План распределения водных ресурсов Желтой реки, чтобы лучше сбалансировать спрос и предложение, и ввел верхний допустимый предел водозабора в объеме 37 миллиардов кубометров при среднем водостоке 58 миллиардов кубометров. Провинциям, находящимся в среднем течении, было выделено 22% имеющегося стока, а остальное было поровну поделено между провинциями, расположенными в верховьях и низовьях реки. Эта схема распределения ежегодно пересматривается, отражая сезонные колебания имеющихся водных ресурсов.

Однако в девяностые годы этот план подвергся серьезным испытаниям: всю Северо-китайскую равнину, включая бассейн Желтой реки, поразила сильная засуха. Два главных притока реки, Вей Хе и Фен Хе, превратились в тонкие ручейки. Речной сток сократился на 24%, а в низовьях реки уровень воды составил всего 14% от долгосрочных среднегодовых значений. С 1995 по 1998 годы, примерно 120 дней в году река вообще пересыхала в нижнем течении на расстоянии в 700 км. Это имело серьезные последствия, включая острую нехватку воды в провинциях, расположенных в низовьях Желтой реки, неспособность реки смыть отложения в море, а также сильный удар по экосистемам в дельте реки и по прибрежному рыболовству.

С 1999 года властям удалось предотвратить полное высыхание русла реки, благодаря проведению в жизнь плана распределения водных ресурсов реки, хотя уровень воды в некоторых местах настолько низок, что течение реки можно считать чисто символическим.

Борьба с нехваткой воды в бассейне Желтой реки сегодня является главной задачей. Учитывая растущий дисбаланс между спросом и предложением, очень трудно удовлетворить спрос на воду в одной отрасли народного хозяйства, не снижая при этом водоснабжения других отраслей. Понятно, что для разрешения этих противоречий властям придется сделать непростой выбор. Поскольку крупнейшим потребителем воды является сельское хозяйство, сокращение поставок воды для нужд сельского хозяйства, похоже, является неизбежным решением. Нужно подумать о том, как повысить эффективность водопользования в сельском хозяйстве.



Количество осадков в различных коленах бассейна Желтой реки (Хуанхэ), 1956–2000 гг.

были созданы для того, чтобы лучше защитить жителей от наводнений и уменьшать последствия засух. Защитные конструкции для больших рек Китая проектируются, в основном, в расчете на самое сильное наводнение, зафиксированное с пятидесятих годов прошлого века. Что же касается защитных сооружений на небольших и средних рек, то они рассчитаны на наводнения один раз в пять или десять лет.

Были улучшены и неконструкционные меры защиты от наводнений – в основном, за счет разработки и использования систем раннего прогнозирования и оповещения о паводке и путем принятия необходимых законов, норм и принципов ведения народного хозяйства. Эти меры включают управление речными каналами и поселениями в зонах, подверженных наводнениям. Комиссия YRCC и провинции Шанси, Шэньси, Шандун и Хенань совместными усилиями создали штаб по облегчению последствий наводнений и засух.

## Утолить усиливающуюся жажду

В 90-е годы центральное правительство приняло несколько законов для предотвращения нехватки воды в национальном масштабе и продолжения китайского экономического чуда в эпоху роста общественного экологического сознания. Этот законодательный арсенал включает Закон о воде, Закон о сохранности почв и водных ресурсов, Закон о борьбе с наводнениями, Закон о защите окружающей среды, Закон о рыболовном промысле, Закон о лесном хозяйстве и Закон о минеральных ресурсах. В 2002 году был принят новый Закон о воде, в котором большое внимание уделяется комплексному управлению водными ресурсами, а также приветствуется переход от развития, опирающегося на машиностроение и постоянно растущий спрос, к ресурсно-ориентированной стратегии, уделяющей главное внимание доступности водных ресурсов.

Созданная в 1946 году, Комиссия YRCC, занимается управлением бассейна Желтой реки от имени Министерства водных ресурсов и Государственного Совета. Комиссия подготавливает и реализует план развития водных бассейнов, принимает решения о распределении водных ресурсов на уровне провинций и несет ответственность за строительство и техническое обслуживание сооружений (за исключением плотин), предназначенных для развития водных ресурсов и предотвращения наводнений.

С 2000 года Комиссия разработала план водопользования на основании среднесрочных и долгосрочных прогнозов спроса и предложения, чтобы сбалансировать спрос и предложение водных ресурсов для разных отраслей народного хозяйства. Пользователям ежегодно выдаются планы водопользования, чтобы обеспечить необходимое водоснабжение приоритетных областей, особенно во время засухи. Комиссия также приняла нормы, побуждающие индивидуальные хозяйства устанавливать водосберегающие устройства, фермеров – применять технологии, позволяющие экономить воду, а промышленность – внедрять методы минимизации водопотребления и сброса сточных вод. Она также ввела рыночную систему ценообразования.

Сегодня законодательный арсенал помогает ограничить водопотребление и предотвращать загрязнение воды, благодаря целостному подходу, учитывающему потребности всех субъектов экономики. Параллельно с этим прилагаются усилия к тому, чтобы сбалансировать водопотребление различными отраслями народного хозяйства. Хватит ли этого для того, чтобы вернуть «реке-матери Китая» ее былую славу? Время покажет.

В подготовке этого наглядного примера авторам оказало содействие представительство ЮНЕСКО в Пекине, осуществляющего испанский проект «Цель развития тысячелетия» по разработке рамочного партнерства Китая в программе борьбы с изменением климата.

3. К. Ксу, Ф. Ф. Жао, Ц. Й. Ли (2006 или 2007 гг.). «Воздействие климатических изменений на сток в бассейне Желтой реки: [www.ifwf2.org/addons/download\\_presentation.php?fid=1077](http://www.ifwf2.org/addons/download_presentation.php?fid=1077)

# О кораблекрушениях, потерянных мирах и разграбленных могилах

На протяжении столетий целые города оказывались затопленными, и в море погибло несметное количество кораблей. Их останки являются ценным археологическим наследием величайшей культурной важности. Многие из этих достопримечательностей лежат на дне нетронутыми уже целые столетия или даже тысячелетия. Более того, из-за отсутствия кислорода такие органические материалы как древесина подчас намного лучше сохраняются под водой, чем на суше. Все это делает данные артефакты уникальными.

Ровно через три месяца после того, как Конвенция ЮНЕСКО по защите подводного культурного наследия была ратифицирована 20-м государством, она вступила в силу, и произошло это примечательное событие 2 января сего года. «Отныне историческая память в виде подводного культурного наследия обретет юридическую защиту, и на пути незаконной торговли, организуемой мародерами, будет поставлен надежный заслон, – порадовался генеральный директор ЮНЕСКО Коитиро Мацуура.

Если на суше было обнаружено множество интересных археологических мест за прошедшее столетие, то моря, реки и озера ревниво охраняли свои многочисленные тайны. Однако с развитием изощренных технологий, включая погружаемые аппараты, водолазные костюмы и гидролокаторы, эти артефакты становятся более доступными, даже если лежат на большой глубине.

## Золотая лихорадка

Археологические находки последних десятилетий воспламенили всеобщее любопытство и наэлектризовали научное сообщество. Однако они также разожгли иррациональную золотую лихорадку в охотниках за наживой.

Так, в 1995 году ныряльщик у побережья Плайя Дамас в Панаме обнаружил останки корабля 16-го века. Считается, что этим кораблем может быть «Вискаина», один из двух кораблей Христофора Колумба, погибший в этих водах в 1503 году. К несчастью, этот корабль был отдан на милость компании, охотящейся за сокровищами (см. карту на развороте).

В 2007 году американская компания, охотящаяся за сокровищами, тайно подняла 17 тонн золотых и серебряных монет с затонувшего испанского корабля «Нуэстра Сенора де ла Мерседес», а затем вывезла свою добычу из Гибралтара. Испания в настоящее время пытается вернуть свое наследие через суд (см. карту).

## Заполнение пробелов в учебниках истории

Многие затонувшие следы человеческой цивилизации гораздо лучше сохраняются, чем на суше, благодаря отсутствию света и кислорода и относительной недоступности (до недавнего времени). Затонувшие корабли и их содержимое может пролить свет на историю человечества и восполнить многие пробелы в письменных летописях. Например, какими луками пользовались лучники народного героя Робин Гуда (на фотографии), когда грабили богатых, чтобы помочь беднякам в средневеко-

Photo: Wikipedia Commons



Осмотр итальянского парохода «Тети», затонувшего у хорватского острова Вис

© Д. Фрэнк/ЮНЕСКО

вой Англии? Луки, найденные в боевом корабле короля Генриха VIII «Мэри Роуз», который затонул в 1545 году во время столкновения с французскими военно-морскими силами, разрешили эту загадку (см. карту). Аналогичным образом обнаружение китайских кораблей, затонувших в 15-м веке у берегов Кении, доказали существование торговых связей между древним Китаем и Африкой.

Другие тайны пока остаются неразгаданными. Семьсот лет тому назад Кублай Хан, предводитель монголо-татар, которые в то время покорили большую часть Азии, решил прибрать к рукам и Японию. Поскольку монголы не привыкли к морским сражениям, Кублай Хан заставил тысячи китайских мастеров построить необходимую флотилию. В 1281 году 4400 кораблей с 70000 воинами на борту отплыли в Японию, но бесследно исчезли (см. карту). Легенда о Божественном ветре, которая до сих пор жива в Японии, гласит, что флот могло сокрушить цунами или сильный шторм. Археологи ищут останки затонувших кораблей.

На дне моря были найдены следы развития методов навигации и понимания древними людьми строения Вселенной. Среди этих редких артефактов несколько астролябий, извлеченных с затонувших кораблей. Астролябии использовались для определения местонахождения и положения Солнца, Луны и звезд; они также помогали определять время на местных широтах. Первый из известных аналоговых компьютеров был извлечен в 1900 году с греческого корабля, затонувшего в 100 году до нашей эры. Считается, что загадочный механизм «Антикитера» использовался для астрономических вычислений и для расчета времени солнечных и лунных затмений (см. карту).

Многие находки молчаливо свидетельствуют о морских сражениях. В качестве примера можно привести битву при Саламисе между Персией и греческими городами-государствами в 480 году до н.э., или битву при Лепанто в 1571 году, в которой Османский флот сражался с коалицией в составе республик Венеция и Генуя, папства и Испании.



Реконструкция свайных жилищ

**1) Свайные жилища на озере Лох Тай.** Фото: Дейв Моррис.

Свайные жилища, построенные на островах в Ирландии и Шотландии, были сооружены на маленьких природных или искусственных островах посреди озер, рек или болот. Влажный климат благоприятствует сохранению органических веществ. Например, на озере Лох Тай было найдено сливочное масло, которому 2500 лет! (на фотографии изображена реконструкция).



© ЮНЕСКО/У. Герин

**2) Мэри Роуз**

(см. описание на с. 19) – деревянные луки, найденные на английском боевом корабле «Мэри Роуз», прекрасно сохранились на морском дне в течение четырех столетий (Герин: ЮНЕСКО).



© Берен Карпанн, Roskilde Viking Museum

**3) Корабельный барьер викингов «Роскильде»**

«Роскильде», древняя столица Дании времен викингов, располагался на фьорде «Роскильде» к западу от Копенгагена. Чтобы защитить этот важный торговый центр от нападений с моря, викинги умышленно затопили пять кораблей во фьорде близ Скуделев, чтобы перегородить судоходный канал (репродукция картины Вернера Караша в Музее викингов «Роскильде»).



Средневековый музей Платинга, Шлейер, Германия/Джорж Ханс Каршнер

**4) Рейнгольд: «клад варваров».**

Более 1700 лет тому назад в реке Рейн затонул «клад варваров». Это крупнейшая находка металлов со времен римлян в Европе насчитывает свыше 1000 серебряных, бронзовых, медных и железных артефактов общим весом 700 кг. (фотография сделана в Историческом музее Шлейера, Германия; автор: Петер Хааг-Кирхнер).

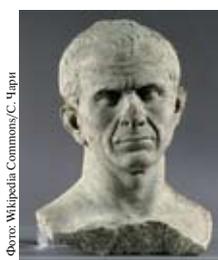


Фото: Wikipedia Commons/С. Марп

**5) Бюст цезаря –**

в 2008 году мраморный бюст Юлия Цезаря был найден на реке Рона в Арле, Франция. Бюст в натуральную величину предположительно датируется 46 годом до нашей эры, когда Цезарь основал Арль (фото: К. Чеири).



© Ф. Сартorius/Национальный морской музей, Лондон/Джозеф Барри

**28) Кораблекрушение в Нуэстра Сенора де ла Мерседес**

(см. описание на стр. 19) – потопление «Нуэстра Сенора де ла Мерседес» в Средиземном море в 1804 году вынудила Испанию заключить союз с Францией для противодействия Англии (Ф. Сартorius, Национальный морской музей, Великобритания).



© ЮНЕСКО/Морские археологические общества

**27) Сихендж**

– священные места Холмс I и Холмс II были прозваны «Сихенджем» в подражание Стоунхенджу. Расположенный в болотах на английском побережье, Сихендж состоит из периодически уходящих под воду деревянных кругов с небольшими расщепленными стволами дубов, образующих замкнутую окружность (Мореходное археологическое общество).



© NOAA

Таким нос Титаника был виден из российского погружаемого аппарата МИР 1

**26) Кораблекрушение Титаника**

– роскошный пассажирский лайнер затонул 14 апреля 1912 года во время первого плавания из Саутгемптона (Великобритания) в Нью-Йорк (США) после столкновения с айсбергом на севере Атлантического океана. Из-за нехватки спасательных шлюпок погибло 1517 пассажиров и членов экипажа. Затонувший Титаник был найден в 1985 году.



© Фото: Wikipedia Commons

**25) Кораблекрушение USS Monitor**

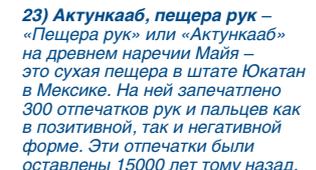
– американский корабль USS Monitor, изображенный на этой гравюре, был первым боевым кораблем с железной броней. Его низкий надводный борт и тяжелое орудие сделало его непригодным для плавания, и привели к его погружению под воду во время шторма в Атлантическом океане, в 1862 году, недалеко от американского побережья Северной Каролины. В результате погибло 16 членов судовой команды.



© Фото: Wikipedia Commons

**24) Порт Роял в Ямайке**

– основанный вскоре после того, как англичане отвоевали Ямайку у испанцев в 1655 году, Порт Роял был райской гаванью для богатых купцов, прославленных пиратов и богатых плантаторов к тому времени, когда был разрушен землетрясением в 1692 году.



© INAH/SAS Дж. Амблес/ЮНЕСКО

**23) Актункааб, пещера рук**

– «Пещера рук» или «Актункааб» на древнем наречии Майя – это сухая пещера в штате Юкатан в Мексике. На ней запечатлено 300 отпечатков рук и пальцев как в позитивной, так и негативной форме. Эти отпечатки были оставлены 15000 лет тому назад.

**22) Кораблекрушение «Вискаины», одного из кораблей Христофора Колумба**

(см. описание на стр. 19). Итальянец по происхождению и подданный испанской короны Христофор Колумб потерял девять кораблей во время разных экспедиций в Атлантическом океане, включая «Галлегу» и «Вискаину» в 1503 году, близ берегов современной Панамы. В 1995 году ныряльщик обнаружил то, что могло быть «Вискаиной», на борту которой находились пушки, якоря и керамика 14 и начала 15-го века. Хотя это был крупнейший из кораблей, затонувших у берегов Америки, он был оставлен на милость компании, занимающейся поиском кладов и сокровищ.



© Фото: Wikipedia Commons/Бернардино Калпурно Силва

**21) Кораблекрушение в Оранжемунд**

На борту затонувшего в 16-го веке португальского корабля шахтеры, ищущие алмазы, нашли 2300 монет и многочисленные артефакты. Лучшее всего сохранившийся из всех затонувших за пределами Португалии кораблей, этот удивительный памятник эпохи был раскопан и поднят археологической экспедицией под руководством правительства Намибии и впоследствии пополнил музейную коллекцию. Он был найден на Побережье скелетов, названном так потому, что пустыня Намиб представляла огромную опасность для sewших на мель мореплавателей.



© AP7/Google.com

**20) Дварка**

Дварка – это одно из старейших и наиболее почитаемых паломнических мест в Индии. Согласно легенде, этот святой город был полностью сметен с лица земли большой волной много лет тому назад. Раскопки Дварки начались в начале восьмидесятых годов, когда морские археологи обнаружили подводные каменные стены и шесть слоев развалин.



Фото: Wikipedia Commons/Басухан



Примеры местонахождения



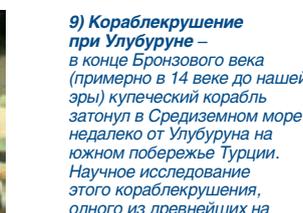
**6) Пещера Коске**  
в наши дни – вход в пещеру Коске близ Марселя, Франция, находится под водой на глубине 37 м. На ее стенах множество наскальных рисунков, сделанных 19–27 тысяч лет тому назад. На них изображены животные, руки и исключительная гравюра «убитого мужчины». Эти рисунки, возможно, являются молчаливым свидетельством увечий, жертвоприношений или болезней (Министерство культуры Франции).



**7) Кораблекрушение близ Антикитеры**  
(фото: Марсас) – корабль, на котором были найдены фрагменты скульптур и другие артефакты, был найден на дне моря искателями жемчуга близ греческого острова Антикитера в 1900 году. Самая сенсационная находка, датированная 100 годом до нашей эры, это механизм (на фотографии), который сегодня считается древнейшим аналоговым компьютером мира. Используемый для астрономических расчетов, этот механизм мог быть плодом трудов Архимеда



**8) История Ноева ковчега**  
(см. описание на стр. 22) – в конце Ледникового периода примерно 7500 лет тому назад таяние ледников привело к тому, что уровень воды в Средиземном море поднялся до такой степени, что морская вода прорвала естественную насыпь Босфорского пролива и ринулась в Черное море, которое в то время было пресным озером. Возможно, это событие описывается в Библии как Всемирный Потоп. Селение эпохи Мезолита, найденное под водой близ болгарского города Созополь, свидетельствует о случившейся трагедии.



**9) Кораблекрушение при Улубуруне** – в конце Бронзового века (примерно в 14 веке до нашей эры) купеческий корабль затонул в Средиземном море недалеко от Улубуруна на южном побережье Турции. Научное исследование этого кораблекрушения, одного из древнейших на нашей планете, привело к обнаружению 20 тонн глиняной посуды (на фотографии), золотых и серебряных ювелирных украшений, бронзовых орудий и оружия, а также следов фруктов и орехов. Остатки корабля, возможно кипрского, в настоящее время находятся в Музее подводной археологии города Бодрум.



**10) Древний Карфаген** – Карфаген был основан финикийцами в 9-м веке до нашей эры в Тунисском Заливе, разрушен римлянами в 146 году до н.э., а затем еще раз во время мусульманского нашествия 698 года н.э. Фрагменты гавани и города были найдены в прибрежных водах. Когда-то в этом городе, объявленном частью Всемирного наследия, возвышались шестиэтажные дома.



**11) Аполлония**  
Аполлония в Ливии была основана в 7-м веке до н.э. греками как порт близлежащей Киринии, и в настоящее время включена в перечень всемирного наследия. Впоследствии Кириния была романизирована и оставалась великой столицей до землетрясения в 365 году н.э., когда часть города и гавани ушла под воду.



**12) Развалины в Александрийском Заливе**  
(см. описание на стр. 22). Во времена Птолемея Александрия была важнейшим портом и культурным центром Египта. Древний маяк Фарос (на картине) и другие подводные артефакты были найдены в восточной гавани. Планируется построить подводный музей.



**13) Гавань Кесария**  
была построена на средиземноморском побережье Израиля примерно в 10 году до нашей эры царем Иродом в честь его римского патрона, кесаря Августа. Это был первый крупный затонувший проект древнего мира, при строительстве которого использовался бетон. Сегодня это подводный музей: вооружившись водонепроницаемой картой, ныряльщики могут осматривать 36 достопримечательностей и восхищаться маяком, руинами, якорями, пьедесталами и даже затонувшим римским кораблем.



**14) Флот Кублай Хана**  
(см. описание на стр. 19). Что могло случиться с флотом Кублай Хана, если от 4400 кораблей, которые направлялись на разграбление Японии, не осталось и следа? Археологи надеются разгадать эту загадку.



**15) Кораблекрушение Тек Синь** – когда Тек Синь, одна из последних китайских джонок, затонула у побережья Индонезии в 1822 году, она унесла с собой жизни почти 1500 людей. В 1999 году свыше 300000 осколков фарфора из Тек Синя было поднято у побережья Индонезии охотниками за сокровищами, которые в процессе расхищения уничтожили сам корабль.



**19) Махабалипурам** – группа святилищ, основанных при царях Паллава. Они были высечены из скалы вдоль Коромандельского побережья Индии в 7–8 веках. Она славится «ратами» (храмами в форме колесниц), «мандалами» (пещерные храмы) и семью пагодами, шесть из которых ушли под воду. Во время цунами 2005 года их останки и древний порт были обнаружены в месте этого памятника всемирного наследия.



**18) Нанхай №1** – это корабль, построенный 1000 лет тому назад и затонувший во времена правления династии Сунн (960–1279 г. нашей эры), недалеко от южного побережья Китая на морском Шелковом пути, связывавшим Китай с Европой и Ближним Востоком. Поднятый со дна в 2007 году, затонувший корабль и 60-80 тысяч артефактов, найденных на его борту, будут выставлены в аквариуме с тем же водоизмещением, качеством и температурой воды и окружающей средой, которая существовала в его оригинальном месте покоя (фото М. Мандерса).



**17) Гидроглифы Байхельяня** – это каменная плита, недавно затопленная Плотиной «Три ущелья» на реке Янцзы. На ней нанесены одни из древнейших в мире гидрологических надписей, в которых описываются 1200-летние изменения уровня воды в реке. Там строится подводный музей.



**16) Ставные неводы аборигенов** (см. описание на стр. 23) – древние ставные неводы в Бреваррине на реке Дарлинг имеют сильные духовные и символические ассоциации для аборигенов.



Гибель флагманского корабля Наполеона Бонапарта «Ориент» стала важным фактором в поражении Франции в морском сражении с Англией 1798 года в египетском заливе Абукир (см. фото).

### Миллионы капсул времени

По приблизительным оценкам 3 миллиона затонувших кораблей лежат на дне мирового океана в разных его концах, некоторым из которых тысячи лет. Кораблекрушение — это что-то сродни капсуле времени или моментальному снимку, точно отображающему картину жизни на борту корабля в ту или иную эпоху.

Однако не все кораблекрушения стали следствием разыгравшихся на море трагедий. Некоторые из них были умышленно затоплены с целью формирования заслона для неприятельских кораблей на дне залива, канала или реки (см. карту), либо для того, чтобы заблокировать кораблям противника путь к отступлению в случае внезапного нападения.

На дне море и пресноводных озер также находят останки сбитых и затонувших самолетов, поездов и автомобилей.

### Затонувшие города

Под водой находятся останки бесчисленных древних зданий и поселений. Они там оказались в результате гигантских оползней, землетрясений и наводнений. Некоторые из них специально строились на воде подобно сегодняшним «кампонгам» в Малайзии, поселках на сваях.

Легенда о затонувшем городе Атлантиде изложена в сочинениях греческого философа Платона примерно в 400 году до нашей эры. Хотя местоположение Атлантиды достоверно выявить не удалось, в процессе ее поисков были обнаружены некоторые другие затонувшие города. Останки древнего города Гераклион свидетельствуют о том, что он был затоплен в результате резкого подъема уровня воды. Гераклион был важным портом в Египте в его торговле с Грецией до того, как Александр Македонский основал Александрию в 332 году до нашей эры. Расположенный в 25 км к востоку от современной Александрии, Гераклион ушел под воду 1200 лет тому назад после того, как землетрясения вызвали гигантское наводнение на реке Нил. Две тысячи лет тому назад в Александрии насчитывалось полмиллиона жителей. Среди знаменитых находок в заливе маяк Фарос (см. карту), построенный в третьем



Взрыв корабля «Ориент» после его поражения британскими пушками во время сражения 1798 года в Заливе Абукур. Эта баталья изображена художником Арнальдом Джорджем. Утрата большей части флота поставила французскую армию в Египте в затруднительное положение

веке до нашей эры, и дворец фараона Клеопатры VII (69–30 годы до нашей эры). Подводные археологи также нашли остатки города Порт Роял на Ямайке (см. карту).

### Ландшафты Ледникового периода

Некоторые из лучших в мире доисторических пейзажей сохранились на дне Северного моря. Это следы охоты и доисторических поселений, а также остатки тысяч мамонтов, шерстистых носорогов и других млекопитающих Ледникового периода, существовавших на земле примерно 50–60 тысяч лет тому назад. В Южном море было найдено 200 артефактов Каменного века<sup>7</sup>. Это изделия из оленьего рога, кремня и кости, изготовленные людьми, которые анатомически ничем не отличались от наших современников.

На дне Балтийского моря лежит примерно 20000 достопримечательностей Каменного века. В далекой древности, 9000 лет тому назад, Дания, Швеция и Великобритания были единым континентом, а Балтийское и Черное моря были озерами. Когда в конце Ледникового периода растаяли ледниковые шапки, поднимавшая морская вода затопила многочисленные человеческие поселения, леса и побережья. Среди найденных артефактов посуда, бревенчатые лодки, остатки древесины и текстиля, семян и оружия.

На древнем побережье, которое лежит на глубине 17 метров в Черном море, можно найти доказательства наводнения, имевшего место 7500 лет тому назад, и о котором, по-видимому, рассказывается в библейской истории о Ноевом ковчеге (см. карту). Согласно Библии, Бог велел Ною построить корабль для своей семьи и всех видов животных, чтобы спасти их (по парам) от Великого Потопа, посланного человечеству в наказание за его грехи. В то время Черное море было пресноводным озером, лежавшим на 100 метров ниже уровня Босфорского пролива. Ученые полагают, что после потепления климата растаявшие ледники подняли уровень воды в Средиземном море, в результате чего вода прорвала природную дамбу Босфора. Эта теория подтверждается останками затонувших поселений Мезолита, найденными недалеко от берегов Турции, а также древней бревенчатой лодкой, найденной в другом месте.

Эти находки позволяют не только заглянуть вглубь веков и понять, как выглядела наша планета в Ледниковый период, но также и увидеть наше будущее, когда поднятие воды в мировом океане может при-



Бронзовая статуя молодого греческого спортсмена высотой 192 см лежит на дне моря недалеко от хорватского острова Веле Орле. Статуя датируется 1–2 веками до нашей эры

## Конвенция о защите подводного культурного наследия

Принятая странами-членами ЮНЕСКО в 2001 году, Конвенция дает следующее определение «подводному культурному наследию»: «все следы существования человеческой цивилизации, носящие культурологический, исторический или археологический характер, которые полностью или частично, периодически или постоянно находились под водой как минимум 100 лет...». Это определение включает сооружения, здания, артефакты и человеческие останки, остатки судов и самолетов, а также их груза, и доисторические предметы. К «культурному наследию» не относятся трубопроводы и кабели, проложенные по дну моря, а также ископаемые окаменелости. Критерий в 100 лет, однако, не мешает странам-участницам защищать более поздние останки, такие как затонувшие корабли времен Первой и Второй мировых войн (1914–1918 и 1939–1945 годы).

Конвенция защищает подводное культурное наследие и облегчает сотрудничество между странами. Она не устанавливает право собственности на затонувшие корабли или подводные руины древних городов, а также не посягает на суверенитет и юрисдикцию отдельных государств. Она поощряет развитие подводной археологии и ответственный доступ общественности к наследию, находящемуся в морских глубинах. Она также создает законодательную основу для предотвращения незаконной торговли реликвиями, извлеченными из затонувших объектов. В отличие от Конвенции о всемирном наследии, она не содержит конкретного перечня и местонахождения затонувших объектов, чтобы не привлекать к ним внимания мародеров.

Конвенция основана на четырех основополагающих принципах:

- обязанность стран сохранять подводное культурное наследие;
- рекомендация сохранять объекты на своем месте (т.е. под водой) до принятия решения об их поднятии;
- недопущение коммерческой эксплуатации этого наследия в целях наживы
- поощрение стран к сотрудничеству в деле защиты драгоценного наследия на дне моря, развития образования в области подводной археологии и пробуждения общественного понимания важности затонувших культурологических артефактов.

В Приложении к Конвенции содержатся Правила деятельности, так или иначе связанной с подводным культурным наследием. Этими правилами должны руководствоваться профессионалы и государственные власти. Они принимаются на вооружение широкой археологической общественностью, которая с нетерпением ожидает еще одного Приложения, где будут определены профессиональные нормы обращения с затонувшими объектами.

Детали на сайте: [www.unesco.org/culture/en/underwater](http://www.unesco.org/culture/en/underwater)

Нырляльщики описывают человеческие останки в пещере Хол-Чан в районе Тулум, Мексика (в переводе с языка наречия древних Майя «чанхол» означает «маленькая дыра»). В другом неподалеку расположенном «ценоте» под названием Нахарон нырляльщики обнаружили женский скелет, который они окрестили Евой Нахаронской. Углеродный анализ показал, что возраст скелета – 11670 лет. Строение костного аппарата Евы Нахаронской сходно со строением древних жителей Южной Азии. Этот факт ставит под сомнение теорию о том, что Американский континент был заселен народами из Северной Азии

вести к затоплению огромного количества мест на земном шаре.

### «Сихендж» и другие религиозные места

Многие народности, жившие на берегу и занимавшиеся мореплаванием — например, викинги — использовали океаны или реки для захоронений. Эти скандинавские исследователи, купцы и пираты совершали набеги и создавали поселения по всей Европе с 8 по 11 века нашей эры. Например, Аларик, царь варварского племени вестготов, разграбил Рим в 410 году нашей эры. Согласно легенде, Аларик был погребен в итальянской реке Бузенто, но его саркофаг так и не был найден.

Некоторые древние религиозные святыни, такие как пруды для разведения рыбы на Гавайях, до сих пор используются по назначению, тогда как другие, вроде «Сихенджа» у берегов Великобритании, давно забыты (см. карту).

### От затонувших пещер до ставных неводов

Подводное культурное наследие также включает артефакты и следы древней человеческой цивилизации, сохранившиеся в пещерах, которые были затоплены после того, как поднялся уровень воды в море. Следы человеческой деятельности были найдены в Средиземноморской пещере с наскальными рисунками (см. карту) и в мексиканских «ценотах». Это карстовые пещеры с доступом воздуха, которые со временем наполнила вода (см. фото).

Многие древние народности сооружали ставные неводы, которые являются одной из древнейших сохранившихся до нашего времени технологий. Конструкция ставных неводов могла быть различной: от искусственных каменных бассейнов, обнесенных низкими стенами из булыжников, до каменных стен длиной в несколько сот метров. Другие неводы представляли собой деревянные колья, обернутые растительным материалом и расставляемые в среднем течении, устье или недалеко от морского побережья. Рыбу гнали в направлении этих заград, откуда ее можно было легко извлечь. Ставные неводы были найдены на Юго-западном мысе ЮАР, в северном Уэльсе и Дании, на островах Тихого океана, включая Гавайи, а также в Канаде и Австралии (см. карту).

### Заполнение юридического вакуума

Все сокровища, описанные на страницах данного издания, имеют право на защиту по Конвенции о защите подводного культурного наследия. Исключение составляют лишь те артефакты, которые затонули менее 100 лет тому назад (см. вставку).

Цель Конвенции — восполнить юридический и законодательный вакуум вокруг археологических памятников, находящихся на морском дне. Отныне в распоряжении стран будет действенное средство для защиты их подводного культурного наследия при условии, что эта Конвенция будет ратифицирована большинством стран.

Ульрике Герин и Катрин Кёллер<sup>8</sup>



© IAH/SAS Дж. Авитес/ЮНЕСКО

6. Барбадос, Болгария, Камбоджа, Хорватия, Куба, Эквадор, Ливан, Ливийская Арабская Джамахирия, Литва, Мексика, Черногория, Нигерия, Панама, Парагвай, Португалия, Румыния, Санта-Люсия, Словения, Испания, Украина.
7. Термин «Каменный век» используется археологами для обозначения продолжительного периода в истории до изобретения металла, от которого сохранились только каменные орудия. Каменный век начался с появления первых представителей «гомо сапиенс» примерно 2,5 миллиона лет тому назад и закончился появлением медных плавилен около 5000 лет тому назад. Каменный век делится на три основных периода: палеолит (ранний Каменный век), мезолит (средний Каменный век) и неолит (Поздний каменный век).
8. Секретариат Конвенции по защите подводного культурного наследия: [u.guerin@unesco.org](mailto:u.guerin@unesco.org); [k.koeller@unesco.org](mailto:k.koeller@unesco.org)

## Дневник

### 2-8 апреля

**Доступ и получение льгот**  
Седьмая встреча специальной открытой рабочей группы Конвенции по биологическому разнообразию. ЮНЕСКО, Париж:  
[www.cbd.int/doc/meeting=ABSWG-07](http://www.cbd.int/doc/meeting=ABSWG-07)

### 6-24 апреля

**Переговоры и посредничество в урегулировании конфликтов в водопользовании**  
Курс, предложенный программой ЮНЕСКО «От потенциального конфликта к потенциалу сотрудничества» и Институтом образования в сфере водных ресурсов ЮНЕСКО. Для нынешних и будущих стратегов, управленцев и исследователей водных ресурсов. Дельфт, Нидерланды: [l.salame@unesco.org](mailto:l.salame@unesco.org)

### 1-5 мая

**Фундаментальные вопросы эволюции**  
Симпозиум, ознаменовавший 200-летнюю годовщину со дня рождения Чарльза Дарвина. Совместно организован ЮНЕСКО, Международным союзом биологических наук, Научным институтом «Венето», Венеция, Италия: [w.erdelen@unesco.org](mailto:w.erdelen@unesco.org); [bernardi@szn.it](mailto:bernardi@szn.it); [www.iubs.org](http://www.iubs.org)

### 4-7 мая

**Устойчивое землепользование и сохранение экосистемы**  
Международная конференция китайско-немецкого проекта экологических исследований для поддержания окружающей среды в Китае для обмена результатами исследований и их объединения. Министерство науки и технологий, Министерство образования, Сельскохозяйственный университет Китая, ЮНЕСКО Пекин:  
[www.unesco.org/beijing-new/index.php?id=3079](http://www.unesco.org/beijing-new/index.php?id=3079)

### 24-29 мая

**Биосферные заповедники**  
Международный координационный совет программы «Человек и биосфера» (МАВ), посвященный определению победителей награды МАВ в области биосферных заповедников. «Биосферный заповедник Чеджу» (Республика Корея):  
[mab@unesco.org](mailto:mab@unesco.org); [www.unesco.org/mab](http://www.unesco.org/mab)

### 3-5 июня

**Международная гидрологическая программа**  
43-я сессия Бюро. ЮНЕСКО, Париж:  
[a.tejada-guibert@unesco.org](mailto:a.tejada-guibert@unesco.org); [www.unesco.org/water](http://www.unesco.org/water)

### 8-26 июня

**Межправительственная океанографическая комиссия**  
Встреча Исполнительного комитета и Ассамблея:  
[www.ioc.unesco.org](http://www.ioc.unesco.org)

### 9-11 июня

**Продукты локализации**  
Устойчивый подход к природному и культурному многообразию на Юге? Научный симпозиум с участием программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера», Организации международной помощи и развития и других организаций. ЮНЕСКО, Париж:  
[www.mnhn.fr/colloque/localiserproduits/index\\_va.php](http://www.mnhn.fr/colloque/localiserproduits/index_va.php)

### 30 июня – 2 июля

**Управление гидроклиматическими рисками в сфере водных ресурсов**  
Учебный семинар для профессионалов из Эфиопии, Джибути и Судана. Совместно организован ЮНЕСКО и Международным республиканским институтом. Аддис-Абеба, Эфиопия: [a.mishra@unesco.org](mailto:a.mishra@unesco.org); (Addis Ababa) [a.makarigakis@unesco.org](mailto:a.makarigakis@unesco.org)

### 2-5 апреля

**100 часов астрономии**  
Мероприятие Международного астрономического союза, призванное увлечь как можно больше людей взглянуть на небо в телескоп в идеальное время для раннего вечернего наблюдения: когда Луна выходит из первой четверти и становится месяцем. Подробности этого ключевого проекта можно узнать на сайте:  
[www.100hoursofastronomy.org/](http://www.100hoursofastronomy.org/)

### 16-20 июня

**Знание о космосе и астрономии**  
Международный семинар, посвященный образованию в сфере космоса для учащихся и учителей средней школы, после которого будет проведен семинар по подготовке учителей в области астрономии (18-20 июня). ЮНЕСКО в сотрудничестве с Международным астрономическим союзом. Салинас, Эквадор:  
[www.unesco.org/science/earthsciences/space\\_education](http://www.unesco.org/science/earthsciences/space_education)

### 23-27 июня

**Знание о космосе и астрономии**  
Национальный семинар, посвященный образованию в сфере космоса для учащихся и учителей средней школы, после которого будет проведен семинар по подготовке учителей в области астрономии (25-27 июня). ЮНЕСКО в сотрудничестве с Международным астрономическим союзом. Лима и Куско, Перу:  
[www.unesco.org/science/earthsciences/space\\_education](http://www.unesco.org/science/earthsciences/space_education)

**Краеугольные проекты в течение года:** космические дневники (блог, написанный астрономами из пяти континентов); портал во Вселенную (в режиме онлайн, 2009 год); осведомленность о темном небе (осознание визуальной невидимости ярких огней города); «Она астроном» (обсуждение предвзятых мнений и неверных представлений о карьере для женщины); «Астрономия и мировое наследие»; галилеевская (дающая до 10 миллионам людей во всем мире возможность впервые в жизни посмотреть на небо через окуляры телескопа); учебная программа «Учитель Галилей»; сознание Вселенной (для маленьких детей из белых семей и неблагополучного окружения); «С Земли во Вселенную» (использование общественных парков, станций метро и т.д. для донесения астрономических образов до широкой общественности); и «Всемирное развитие астрономии» (для школ, университетов и общественности в провинции, у которой нет доступа к астрономическим знаниям): [www.astronomy2009.org/global/projects/cornerstones/](http://www.astronomy2009.org/global/projects/cornerstones/)



## Новые Издания

### Вода в меняющемся мире

**Третий всемирный доклад о развитии водных ресурсов**  
Выпущен Всемирной программой развития водных ресурсов, состоящей из 26 организаций ООН. Два тома в одной упаковке продаются как один: основной доклад (336 стр.) с CD-ROM и 20 наглядных примеров, 88 стр., только на английском. Совместное издание UNESCO Publishing и Earthscan, Великобритания – в мягком и твердом переплете – цена 45 евро. Читайме редакторскую статью и наглядный пример в Китае на стр. 16. Читайме доклад на сайте: <http://webworld.unesco.org/water/wwap/wwdr/index.shtml>

### Управление водными ресурсами

**Методы и инструменты для системного подхода**  
Слободан П. Симонович, Исследования и доклады из цикла по гидрологии, UNESCO Publishing/Earthscan – 43 евро, только на английском, 680 стр. Описывается междисциплинарный системный подход и его применение к управлению современными водными ресурсами. Включает программы и упражнения по сопровождению CD-ROM. Для студентов и профессионалов.

### Уровень воды поднимается

Доклад о Земле БиБиСи при поддержке ЮНЕСКО, Агентства европейской помощи ЕС и ЮНЕП, только на английском. Первая программа вышла 5 марта. Биосферный заповедник Втаунт Втаунтс в Великобритании и биосферный заповедник «Малинди Ватамбу» в Кении решают общие проблемы: изменение климата и подъем уровня воды в море оказывают губительное воздействие на их берега и угрожают разрушить привычную среду обитания диких животных. Как быстро поднимается уровень воды в море? И какими будут последствия? Эти биосферные заповедники объединились, чтобы обсудить возможные сценарии изменения климата и выработать адаптационные стратегии. См. сайт: [www.tve.org/earthreport/index.cfm?cat=thisweek](http://www.tve.org/earthreport/index.cfm?cat=thisweek); [www.unesco.org/mab](http://www.unesco.org/mab)

### Познания туземцев

Семь афиш, выпущенных программой ЮНЕСКО по местным и туземным информационным системам при Национальном культурном центре Вануату, декабрь 2008 г. Имеется на английском, французском, испанском и языке Бислама. Проиллюстрированы наглядными примерами и фотографиями из разных стран мира, афиши знакомят с важными понятиями и вопросами, относящимися к знанию, которым располагает современное туземное общество. Учебные по своей сути, они углубляют понимание многочисленных возможностей и вызовов, с которыми сталкиваются сегодня туземные мудрецы. Скачать или заказать афишу можно на сайте: [www.unesco.org/links/d.nakashima@unesco.org](http://www.unesco.org/links/d.nakashima@unesco.org)

### Международный исследовательский центр по карсту

Брошюра Гюо Фаня (ред.), подготовленная на английском языке Международным исследовательским центром по карсту, 28 стр. Рассказывает об истории этого центра, созданного в 2008 году под эгидой ЮНЕСКО в рамках Международного года планеты Земля. Описывает его задачи, функции, средства, мероприятия и Управляющий совет. См. также «Мир науки» за июль 2008 года. См. также сайт Центра: [www.irck.edu.cn/request\\_a\\_copy\\_from:r.missotten@unesco.org](http://www.irck.edu.cn/request_a_copy_from:r.missotten@unesco.org)



### Комплекты по Волге

Подготовлены ЮНЕСКО Москва и «Кока-Кола ЭйчБиСи Евразия» совместно с Астраханским биосферным заповедником в рамках программы «Живая Волга». Имеется на русском и частично на английском языках. Иллюстрации слева: «Сохранить Волгу вместе!» на русском языке.

Содержит брошюры об экологической ситуации в регионе, стратегии и планах действия для пробуждения экологического сознания. Комплект также включает наборы почтовых открыток и афиш по редким видам флоры и фауны, карту биосферных заповедников в бассейне реки Волга, пресс-комплект и брошюры, описывающие экологическое поведение различных групп людей. Предназначены для широкой аудитории; подробности можно узнать по эл. почте: [e.tveritinaova@unesco.ru](mailto:e.tveritinaova@unesco.ru); а также на сайте: [www.unesco.ru/eng/articles/2004/e.tveritinaova11032009142850.php](http://www.unesco.ru/eng/articles/2004/e.tveritinaova11032009142850.php) (страница на английском)

### Европейские геопарки

Настоящая книга, изданная сетью «Европейские геопарки и секцией наблюдений за Землей ЮНЕСКО, продается через Музей естественной истории океанологического леса «Лесово» – 35 евро, только на английском, 176 стр. Издание предназначено для широкой общественности и является вкладом в Глобальную сеть геопарков и Международный год планеты Земля. Это не научное издание со статьями обо всех европейских геопарках. Предисловие написано генеральным директором ЮНЕСКО Коичиро Мацуурой и Вальтером Эрденом. Экземпляр можно заказать на сайтах: [www.europeangeoparks.org](http://www.europeangeoparks.org); [www.lesvosmuseum.gr](http://www.lesvosmuseum.gr); подробно на сайтах: [m.patzak@unesco.org](mailto:m.patzak@unesco.org) и [lesvospf@otenet.gr](mailto:lesvospf@otenet.gr)

### Состояние коралловых рифов мира: 2008

Под редакцией Клаива Уилкинсона, подготовлено к изданию Глобальной сетью слежения за коралловыми рифами, только на английском языке, см. также стр. 11. Читайте доклад на сайте: [clive.wilkinson@rrrc.org.au](http://clive.wilkinson@rrrc.org.au); [m.hood@unesco.org](http://m.hood@unesco.org); read the report: [www.gcrmm.org](http://www.gcrmm.org)

### Будущее суши

К. Ли и Т. Шафф, серия ЮНЕСКО «Человек и биосфера», издание ЮНЕСКО – 95 евро, только на английском языке, 872 стр. Подробности Международной научной конференции по опустыниванию в Тунисе, 19-21 июня 2006 года. См. также «Мир науки» за октябрь 2006 года.

### В направлении устойчивого сельского хозяйства

Краткое изложение политики ЮНЕСКО-ЮНЕП, только на английском языке, 6 стр. Содержит ключевые открытия Международной оценки сельскохозяйственного знания, науки и технологии для развития и иллюстрирует способы решения этих проблем. Освещает рабочий курс организаций ООН и их реакцию на брошенные вызовы. Подробности на сайте: [www.unesco.org/mab](http://www.unesco.org/mab); [mab@unesco.org](mailto:mab@unesco.org)

### Сельское хозяйство на перепутье

Семь печатных томов, изданных от имени Международной оценки сельскохозяйственного знания, науки и технологии для развития – это трехлетний проект с участием Всемирного Банка, ФАО, ПРООН, ЮНЕП, ВОЗ и др. организаций. Это всемирный отчет для стратегов (S95), обобщенный доклад и пять региональных оценок (по \$65 каждая): Центральная и Западная Азия и Северная Африка (том 1), Восточная и Юго-восточная Азия и Тихоокеанский регион (том 2), Латинская Америка и страны Карибского бассейна (том 3), Северная Америка и Европа (том 4) и Африка к югу от Сахары (том 5). Подробности читайте в «Мире науки» за июль 2008 года и на сайте: [www.agassessment.org](http://www.agassessment.org) Экземпляр можно заказать на сайте: [www.islandpress.org/iaastd](http://www.islandpress.org/iaastd) – Учреждения из развивающихся стран могут дополнительно заказать себе экземпляр в ЮНЕСКО по адресам: [g.cabvo@unesco.org](mailto:g.cabvo@unesco.org); и [s.arico@unesco.org](mailto:s.arico@unesco.org)

Информационный бюллетень «Мир науки» издается ежеквартально на английском, французском, русском и испанском языках сектором естественных наук ЮНЕСКО, расположенном по адресу 1, rue Mollis, 75732 Paris Cedex 15, France. Все статьи могут быть перепечатаны со ссылкой на журнал «Мир науки» и авторов статей. ISSN 2007-8905. Директор издания: Вальтер Эрдлен; Редактор: Сюзан Шнееганс; Секретарь: Ивонна Мельш. Издание на русском языке подготовлено издательством «Алекс» ([www.alexpublishers.ru](http://www.alexpublishers.ru), тел. 8916-8473285) по заказу Бюро ЮНЕСКО в Москве. Адрес Бюро ЮНЕСКО в Москве: 119034, Россия, Большая Левшинский пер., 15, стр. 2 (тел. +7 495-6372875, +7 495-6372953, +7 495-6372962, факс +7 495-6373960, e-mail: [moscow@unesco.ru](mailto:moscow@unesco.ru)). Отпечатано в России, в типографии «Сити Принт». Тираж 500 экз. Регистрация для бесплатной подписки: у [mehl@unesco.org](mailto:mehl@unesco.org). Бесплатная подписка на библиотеки: у [s.schneeigans@unesco.org](mailto:s.schneeigans@unesco.org). Фото на обложке: Ледниковое озеро в истоках Желтой реки на Кинхай-Тибетском плато - Фото: Донг Баохуа