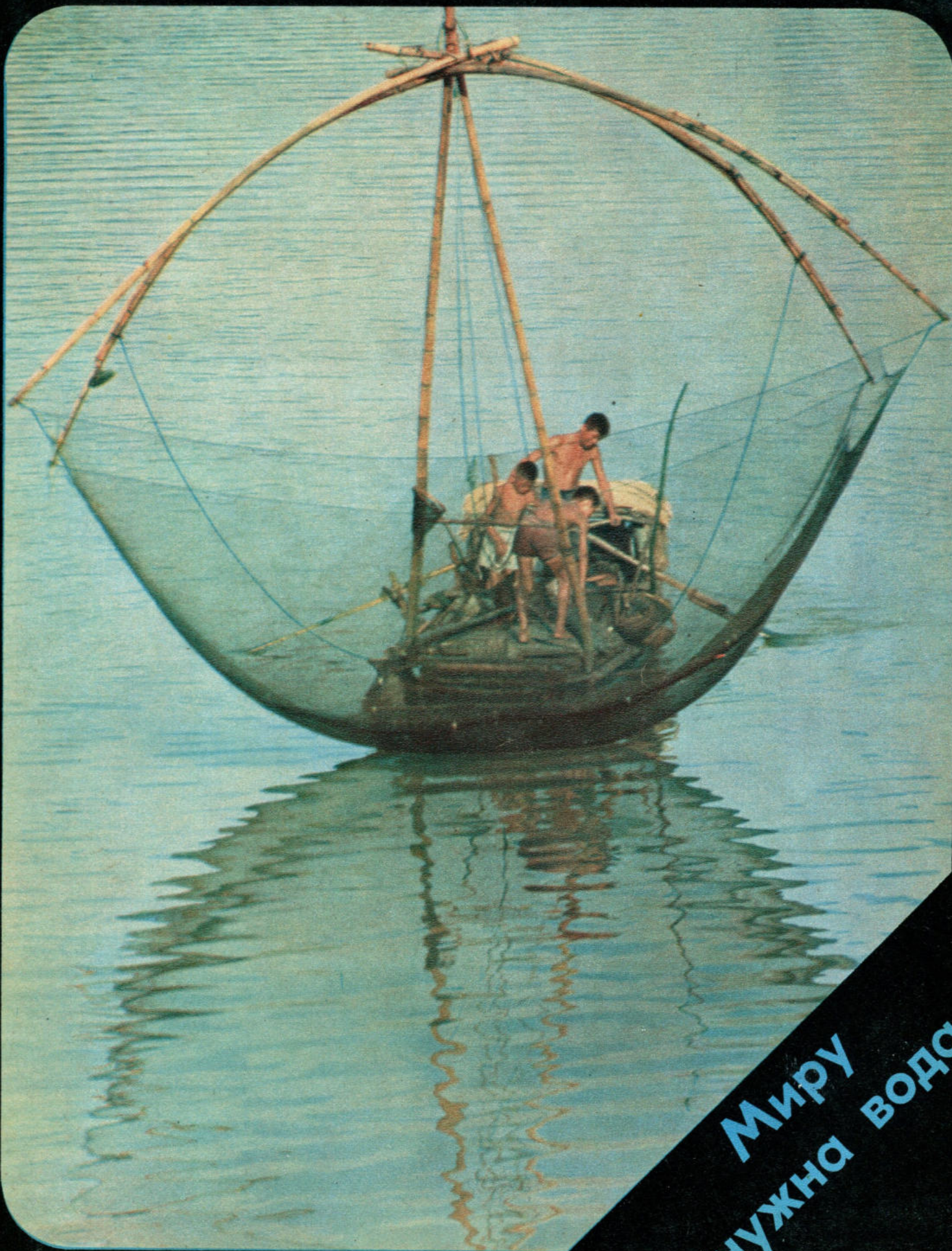


Курьер юнеско

Окно,
открытое в мир

Март 1978



Миру
нужна вода



СОКРОВИЩА МИРОВОГО ИСКУССТВА

Ирландия

Фото © Национальный музей Ирландии, Дублин

Кельтское распятие

Распятие Христа из позолоченной бронзы. Вокруг креста изображены четыре евангелиста. Распятие создано ирландским мастером в VII веке н. э. — в период расцвета культуры Ирландии. Фигуры композиции богато декорированы завитками, переплетениями и спиралями — характерными элементами кельтского искусства, восходящего ко временам дохристианской эры.

МАРТ 1978

31-й ГОД ИЗДАНИЯ

ПУБЛИКУЕТСЯ НА 17 ЯЗЫКАХ

Русском	Тамили
Английском	Иврите
Французском	Персидском
Испанском	Голландском
Немецком	Португальском
Арабском	Турецком
Японском	Урду
Итальянском	Каталанском
Хинди	

Публикуется ежемесячно ЮНЕСКО — Организацией Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры

★

Ежемесячный иллюстрированный журнал «Курьер ЮНЕСКО» выходит 11 выпусками в год (сентябрь-октябрь — двойной номер). Издание журнала на русском языке с 1957 года осуществляется издательством «Прогресс» (Москва) по поручению Комиссии СССР по делам ЮНЕСКО.

При перепечатке материалов обязательна ссылка на «Курьер ЮНЕСКО». При перепечатке подписанных статей необходимо указывать имя автора. Подписанные статьи выражают мнение их авторов, которое может не совпадать с точкой зрения ЮНЕСКО и редакции журнала.

★

Адрес главной редакции

ЮНЕСКО, ФРАНЦИЯ, Париж, 75700, Плас Фонтенуа

Главный редактор

Рене Калоз

Заместитель главного редактора

Ольга Родель

Помощники главного редактора

русский яз.: Виктор Голячков (Париж)

английский яз.:

французский яз.:

испанский яз.: Ф. Фернандес-Сантос (Париж)

немецкий яз.: Вернер Меркли (Берн)

арабский яз.: Абдель Монеим Эль-Сави (Каир)

японский яз.: Кадзуо Акао (Токио)

итальянский яз.: Мария Ремидди (Рим)

язык хинди: Х. Л. Шарма (Дели)

язык тамили: М. Мохаммед Мустафа (Мадрас)

язык иврит: Александр Бройдо (Тель-Авив)

персидский яз.: Феридун Ардалан (Тегеран)

голландский яз.: Поль Моррен (Антверпен)

португальский яз.: Бенедикто Силва

(Рио-де-Жанейро)

турецкий яз.: Мефра Аркин (Стамбул)

язык урду: Хаким Мохаммед Саид (Карачи)

каталанский яз.: Фредерик Раола (Барселона)

Литературные редакторы

английский яз.: Рой Мэлкин

испанский яз.: Хорхе Энрике Адоум

Документация: Кристин Буше

Иллюстрации: Ариен Бейли

Оформление: Робер Жакмен

ISSN 0304-3150

4 ВОДА — ЭТО ЖИЗНЬ

Яхья А. Магид

5 ГЛОБАЛЬНАЯ ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ВОДОЙ

и ее отдаленная перспектива — год 2015

Валентин И. Корзун и Алексей А. Соколов

8 КОНФЕРЕНЦИЯ ООН ПО ВОДНЫМ РЕСУРСАМ

10 СОВРЕМЕННЫМ ГОРОДАМ НУЖНА ВОДА

15 УДИВИТЕЛЬНЫЙ НАПИТОК ПРИРОДЫ

Мишель Батисс

17 УТОЛИТ ЛИ АЙСБЕРГ ЖАЖДУ ПУСТЫНИ?

Поль-Эмиль Виктор

18 ПОД АРКТИЧЕСКИМ ЛЬДОМ

Фотоочерк

23 РЕКИ ТЕКУТ ВСПЯТЬ

Джерри Пурнель

25 5000 ЛЕТ ГИДРОЛОГИИ

Раймонд Л. Нейс

29 ПЕРВОПРОХОДЦЫ БОЛОТ СУМАТРЫ

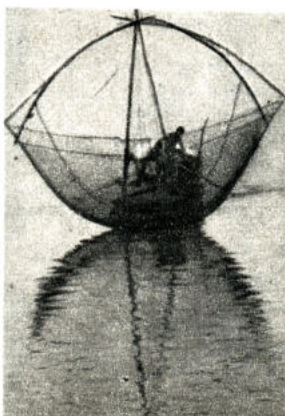
Жерар Франсильон

34 ХРОНИКА ЮНЕСКО

2 СОКРОВИЩА МИРОВОГО ИСКУССТВА

Кельтское распятие (Ирландия)

НА ОБЛОЖКЕ



По мере роста населения на земном шаре возрастают и потребности в пресной воде, а ее запасы ограничены. Однако вода слишком часто расходуется бесконтрольно, загрязняется и отравляется, что вызывает значительные трудности в водоснабжении, с которыми ведется длительная и напряженная борьба. Для предотвращения мирового водного кризиса необходимо осуществление долгосрочных проектов по обеспечению снабжения чистой водой каждого человека, не нарушая при этом хрупкого экологического баланса озер и рек. На обложке: три китайских рыбака забрасывают сети на реке Янцзы близ Нанкина.

Фото Р. Мишо © Рафо, Париж

Вода — это жизнь

Яхья Абдель Магид

Все крупные проблемы, стоящие сегодня перед человечеством, все помыслы людей о лучшей жизни, в полной мере олицетворяющей человеческое достоинство, справедливость и безопасность, — все это требует более широкого использования воды.

Ни о каких улучшениях жизненного уровня невозможно и помышлять без необходимого обеспечения человека водой высокого качества для удовлетворения его основных потребностей.

Благородные цели, провозглашенные недавно прошедшими Конференциями ООН по окружающей среде, по продовольствию и по населенным пунктам, останутся на бумаге, если одновременно не будут приняты меры по удовлетворению возрастающих потребностей в чистой воде.

Наиболее очевидна потребность в питьевой воде для людей и животноводства. Тем, кто привык, что для получения воды достаточно повернуть водопроводный кран, иногда трудно себе представить, как ценна вода для тех, кто ею не пользуется. Более трех четвертей населения в сельских районах развивающихся стран не обеспечивается достаточным количеством воды высокого качества для удовлетворения своих основных потребностей.

Недостаток воды и ее низкое качество являются причиной некоторых наиболее опасных заболеваний, которым по-прежнему подвержено человечество. Сохранение таких условий в широких масштабах было бы позором для нашей цивилизации.

К проблеме питьевой воды примыкает проблема воды для производства продовольствия. Орошаемые земли составляют лишь сравнительно небольшую часть от общей площади земель, пригодных к обработке, и даже эти земли используются не полностью.

Большое значение имеет тот факт, что Конференция ООН по водным ресурсам (см. стр. 8) и Конференция ООН по десертификации (см. «Курьер ЮНЕСКО», август, 1977 год) прошли в одном и том же году, ибо темы этих конференций дополняют друг друга.

В условиях существующего мирового энергетического кризиса особое значение для многих развивающихся стран приобретает гидроэнергетика, потенциальные возможности которой ожидают своего применения.

Другим крупным потребителем воды является промышленность, в которой вода используется в качестве охладителя и для промывки. В высокоразвитых странах в промышленности нередко используется воды больше, чем в сельском хозяйстве и в быту.

Огромные потребности в воде могут быть удовлетворены только в том случае, если и правительства и международная общественность примут самые серьезные меры по освоению водных ресурсов.

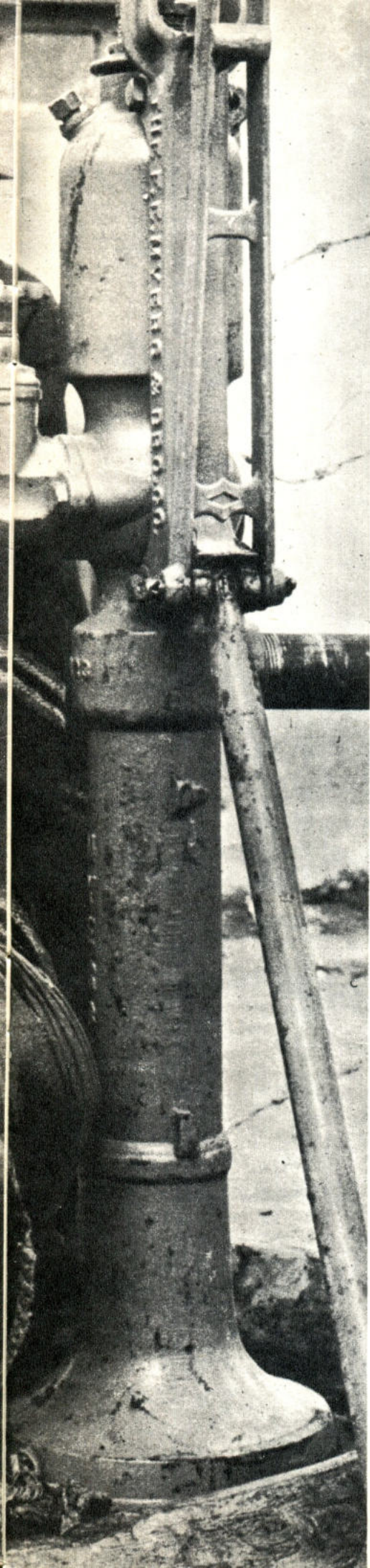
Усилия, которые потребуются предпринять в этом направлении, должны иметь поистине огромные масштабы. Осуществление проектов по обеспечению водой соответствующего качества всех, кто нуждается в ней, обойдется в миллиарды долларов.

Чтобы удовлетворить значительно возросшие потребности в воде, нельзя полагаться исключительно на привлечение дополнительных водных ресурсов. Необходимо избегать слишком интенсивной эксплуатации подземных запасов вод. К счастью, существуют огромные возможности экономить воду путем более эффективной ее доставки и регламентирования потребления, а также путем восстановления некогда чистых, но впоследствии загрязненных водостоков, озер и рек.

Одно обстоятельство вселяет в меня надежду на то, что мы справимся с этой задачей. Вода — это точка пересечения всех наших международных программ с целью производства продуктов питания, обеспечения лучшей жизни для беднейших слоев населения и расширения усилий по восстановлению окружающей среды, в которой мы живем.

ЯХЬЯ АБДЕЛЬ МАГИД (Судан) — гидролог, Генеральный секретарь Конференции ООН по водным ресурсам, состоявшейся в марте 1977 года в Мар-дель-Плата (Аргентина). Министр ирригации и гидроэнергетики Судана, является также членом ряда международных комиссий по водным проблемам.





Более миллиарда человек (половину из которых составляют дети) проживает в сельских районах развивающихся стран, где весьма затруднен доступ к источникам чистой воды. На этих огромных пространствах женщины и дети вынуждены ежедневно затрачивать по несколько часов, чтобы на своих плечах приносить издалека воду, сгибаясь под тяжестью своей ноши.

Фото К. Манос © Магnum, Париж

Глобальная обеспеченность водой

и ее отдаленная перспектива — год 2015

Валентин И. Корзун и Алексей А. Соколов

Общие запасы на Земле всех видов воды в свободном состоянии достаточно хорошо известны — они оцениваются огромной цифрой: 1386 млн. км³. Если этой водой равномерно покрыть весь земной шар, то ее слой составил бы 3700 м. Так как основные запасы воды сосредоточены в Мировом океане — 1338 млн. км³ (96,5%), то, может быть, правы те, кто считает, что нашу планету следовало бы назвать «Океан», а не «Земля».

В связи с непрерывным процессом влагооборота в системе «Океан — Атмосфера — Земля — Океан» (гидрологический цикл) вода в отличие от других природных ресурсов — нефти, газа, угля и т. д. — обладает таким исключительным свойством: сколько бы раз она ни употреблялась в процессе

жизни и деятельности человека, общее ее количество на Земле от этого не уменьшается. В процессе круговорота восстанавливаются ее качество и пригодность к новому употреблению.

Не существует каких-либо объективных данных, свидетельствующих об одностороннем водообмене между атмосферой и космосом, который мог бы рано или поздно привести к постепенному оскудению водных запасов и превращению нашей планеты в безводную, безжизненную пустыню.

Столь оптимистическая перспектива не означает, однако, что водной проблемы не существует. Человечество, к сожалению, долгое время злоупотребляло обилием воды, ее способностью к самовозобновлению и самоочищению. Не разделяя мрачных

ВАЛЕНТИН ИГНАТЬЕВИЧ КОРЗУН — кандидат географических наук, председатель Комитета СССР по Международной гидрологической программе ЮНЕСКО, заместитель начальника Главного управления гидрометслужбы СССР, автор более 30 статей и работ по проблемам гидрологии, один из организаторов и участников международного сотрудничества в области гидрологии.

АЛЕКСЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ СОКОЛОВ — профессор, доктор географических наук, член Комитета СССР по Международной гидрологической программе ЮНЕСКО, директор Государственного гидрологического института Главного управления гидрометслужбы СССР, автор около 100 научных работ по проблемам водных ресурсов мира, участник многих международных конференций по этим проблемам.

прогнозов футурологов, мы тем не менее со всей определенностью должны сказать, что водная проблема сегодня — одна из острейших и важнейших социально-экономических проблем.

Человечеству для его жизни и деятельности нужна не любая вода, а вода определенного качества, прежде всего пресная. Основная масса воды, сосредоточенная в Мировом океане, является горько-соленой. Для ее использования необходимо опреснение, которое обходится, к сожалению, все еще слишком дорого.

При острой необходимости в отдельных случаях, там, где это экономически целесообразно, морские воды используются и будут использоваться все более широко. Тем не менее их роль в мировом водохозяйственном балансе не следует преувеличивать.

По данным тщательной инвентаризации, произведенной советскими учеными во время Международного гидрологического десятилетия, суммарные запасы всех видов пресных вод суши — рек, озер, подземных и снежно-ледниковых ресурсов — оцениваются цифрой 35 млн. км³, или около 2,5% общего количества воды на Земле.

Ресурсы пресных вод еще более уменьшаются, если учесть, что основная их масса — более 24 млн. км³, или 70% запасов, — находится в «законсервированном» виде — в ледниках и снежном покрове Арктики, Антарктиды и Гренландии — и труднодоступна для практического использования.

Более 10,5 млн. км³ пресных вод — это запасы подземных вод. Для многих стран они основной или один из главных источников водоснабжения. Однако использование подземных вод весьма ограничено как потому, что их запасы распределены неравномерно, так и потому, что нельзя допустить их истощения. Последнее может быть достигнуто только тогда, когда объем потребления подземных вод не будет превышать объема их возобновления в результате фильтрации естественных осадков и вод, использованных при хозяйственной деятельности человека.

Основным источником обеспечения водой человечества в большинстве стран сейчас и в далекой перспективе будут реки и озера, запасы воды в которых далеко не безграничны и по современным данным не превышают 95 000 км³, т. е. всего 0,26% от суммарных ресурсов пресных вод, или 0,007% от общих запасов воды на Земле.

Основной источник пресных вод на суше — влага, приносимая с поверхности океана; выпадая в виде атмосферных осадков, она образует воды суши и поддерживает их питание. Океан, таким образом, в природе играет роль гигантского естественного опреснителя и восстановителя количества и качества ресурсов пресных вод.

По новейшим данным, на суше ежегодно выпадает 119 000 км³ атмосферных осадков; из них около



Фото © Л. Херштриг, Париж

45 000 км³ выносятся в океан реками и около 2000 км³ — ледниковым стоком Арктики и Антарктиды.

Речной сток (45 000 км³), ежегодно формирующийся за счет выпадения осадков на суше, составляет возобновляемые водные ресурсы (нечто вроде процентов с основного капитала), которые можно использовать без существенного ущерба основному капиталу (вековым запасам).

Сущность водной проблемы, таким образом, заключается не в том, что воды на Земле мало, а в том, что, во-первых, возобновляемые ресурсы пресных вод ограничены (некоторые районы мира испытывают в них острый дефицит, возрастающий с ростом населения, развитием промышленности и сельского хозяйства); а во-вторых, бесплатное, нередко хищническое отношение к водным ресурсам как бесплатному дару природы приводит к их истощению и резкому ухудшению качества вод, а это в свою очередь наносит непоправимый ущерб животному и растительному миру, нарушает экологическое равновесие в биосфере.



Фото © Вертхаймер, Париж

Друг и противник

Эти снимки сделаны в различных частях земного шара. Они показывают, насколько сложны и порой опасны отношения между водой и человеком. Слева: вот так, при помощи противовеса и собственных мускулов, поднимают воду из колодца в Африке, неподалеку от озера Чад. Справа: эскимос (на севере Аляски) прорубил во льду лунку, чтобы ловить рыбу в реке Мид. Внизу: в Кампучии фермер переправляется со своим буйволом через разлившуюся реку. В Юго-Восточной Азии каждый год тысячи людей гибнут во время наводнений, которые также уничтожают урожай на площади, превышающей 5 миллионов гектаров земли.

Фото Г. Герстер Цюрих © Рафо, Париж



В современном обществе без воды не может развиваться ни одна отрасль промышленности: чтобы добыть 1 т нефти, надо 10 м³ воды; для выработки 1 т капронового волокна требуется 5600 м³ воды; современная тепловая электростанция мощностью 1 млн. квт. потребляет в год около 1,2—1,6 млрд. м³ воды. Для обеспечения потребности в воде современного города с миллионным населением требуется по крайней мере 0,5 млн. м³ в сутки из расчета не менее 0,5 м³ в сутки на человека. Исключительно велика потребность в воде для сельскохозяйственного производства. Так, для орошения 1 га хлопка необходимо 5—6 тыс. м³, а 1 га риса — 15—20 тыс. м³ воды.

С ростом населения, развитием промышленности и созданием различного рода новых водоемких производств, с увеличением орошаемых площадей потребность в воде непрерывно, можно сказать, прогрессивно возрастает.

Рост потребления воды в значительной мере стимулируется все убыстряющимся ростом населения земного шара, которое с 1900 года увеличилось более чем в два раза (с 1670 млн. до почти 4000 млн.). Демографы предсказывают, что к 2015 году оно возрастет по крайней мере до 7—8 млрд.

Для прогноза потребности в воде в будущем необходимо учитывать не только рост населения, но и повышение жизненного уровня, которое тесно связано с ростом водопотребления. Если с 1900 года население увеличилось приблизительно в 2,2 раза, то суммарное водопотребление возросло в 7 раз — с 400 до 2800 км³ в год.

При этом удельное водопотребление в расчете на душу населения выросло примерно в 3 раза, что в значительной мере связано с ростом городского населения, предъявляющего более высокие требования к водообеспечению. Если в 1900 году суммарное водопотребление, рассчитанное на душу населения, составляло в среднем 240 м³ в год, то к 2015 году оно возрастет, по нашим расчетам, до 1130 м³ в год.

По мере экономического и культурного развития существенно меняется структура общественного водопотребления.

Если в начале нашего века промышленность потребляла всего 30 км³, то к 1975 году водопотребление возросло до 630 км³ в год, т. е. более чем в 20 раз. За это же время водопотребление в сельском хозяйстве возросло примерно в 6 раз (с 350 до 2100 км³ в год).

По нашим расчетам, к 2015 году промышленность будет потреблять 2750 км³ в год, сельское хозяйство — 4700 км³ в год. Потребность в воде для бытового водоснабжения возрастет до 650 км³ в год. Полное водопотребление на всем земном шаре к 2015 году достигнет 8500 км³ в год.

Если за показатель возобновляемых водных ресурсов, как мы говорили выше, принять средний годовой естественный речной сток (45 000 км³



в год), то прогнозируемое водопотребление на 2015 год составит 19% суммарного стока всех рек земного шара.

На первый взгляд, это позволяет сделать оптимистический вывод: потребность в воде к 2015 году не превысит и $\frac{1}{5}$ суммарных возобновляемых ресурсов пресных вод. Однако потребность в воде правильнее сопоставлять не с суммарным речным стоком, а с эксплуатационными его ресурсами — с теми, которые могут быть реально использованы. Какая же часть суммарного среднего речного стока может быть реально использована?

Совершенно очевидно, что в силу больших колебаний речного стока от года к году и в течение года без регулирования мы можем использовать лишь устойчивую его часть, т. е. около 25%. При устройстве водохранилищ использование может быть в лучшем случае доведено до 50%.

Речной сток, кроме того, распределен чрезвычайно неравномерно. Поверхность суши делится по своему водному балансу на две резко отличные части: область избытка влаги и вместе с тем недостатка тепла и область недостатка влаги и обилия тепловых ресурсов. К первой относится 33% территории Европы, 60% — Азии, почти вся Австралия, большая часть Африки, западные районы Северной Америки и около 30% Южной Америки.

Наиболее слабой удельной водообеспеченностью (на душу населения) отличается Европа, где проживает почти 20% всего населения мира и где ресурсы пресных вод составляют лишь 7% мировых запасов. Водные ресурсы Азии, где проживает 60% всего населения, составляют лишь

31% мировых запасов. Возобновляемые ресурсы пресных вод, характеризующие реальные эксплуатационные возможности для экономической наиболее освоенной («обжитой») части нашей планеты, составляют около 12 500 км³. Это не намного превышает цифру прогноза водопотребления на 2015 год.

Сложность водной проблемы, однако, заключается не только в обеспечении необходимого количества воды для удовлетворения растущих потребностей человеческого общества. Острота ее в неменьшей мере связана с прогрессирующим ухудшением качества ресурсов пресных вод. Развитие промышленного и сельскохозяйственного производства, урбанизация территорий сопровождаются все более интенсивным загрязнением водных объектов сточными водами и разного рода отходами. Объем сбрасываемых в водотоки и водоемы промышленных и коммунальных стоков во всем мире достигает ныне огромной цифры — около 700 км³; к 2015 году она превысит 2000 км³.

Сточные воды, даже прошедшие очистку по современной технологии, требуют для повторного их использования по крайней мере 10-кратного (а для некоторых химических производств даже 100—200-кратного) разбавления, на что потребуется к 2015 году около 20 000 км³ свежей воды. Это примерно в 2 раза больше возобновляемых ресурсов пресных вод «обжитой» части нашей планеты.

Если учесть все сказанное и сопоставить реальные ресурсы пресных вод с потребностями в воде на 2015 год, то вывод должен быть сделан один: к началу будущего века водные ресурсы практически будут

близки к исчерпанию, если говорить «в среднем» для «обжитой» части земного шара. В отдельных же районах и речных бассейнах водные ресурсы будут исчерпаны значительно раньше — уже к концу нашего века.

Генеральное направление в решении водной проблемы — рациональное использование и охрана водных ресурсов.

Только научное планирование и комплексное использование водных ресурсов, разработка и осуществление планомерных мероприятий по охране вод от загрязнения и истощения на всех уровнях — национальном, региональном и глобальном — позволят внести существенные коррективы в данный выше прогноз состояния водных ресурсов на 2015 год.

Борьба с безвозвратными потерями, за экономию воды, предотвращение загрязнения воды, очистка и повторное ее использование являются ныне важнейшими мерами, на которых должно быть сосредоточено внимание ученых и практиков в области гидрологии и водного хозяйства.

Важным резервом для пополнения водных ресурсов «обжитой» зоны являются воды значительно менее заселенной зоны избыточного увлажнения, где сосредоточено около 50% ресурсов пресных вод, которые мы пока не принимали в расчет в приведенных выше прогнозах на 2015 год. Использование их требует осуществления крупных инженерных мероприятий по межзональному перераспределению речного стока (перераспределения водных ресурсов между избыточно-увлажненными и засушливыми территориями). Несмотря на их большую сложность и необходи-

Конференция ООН по водным ресурсам

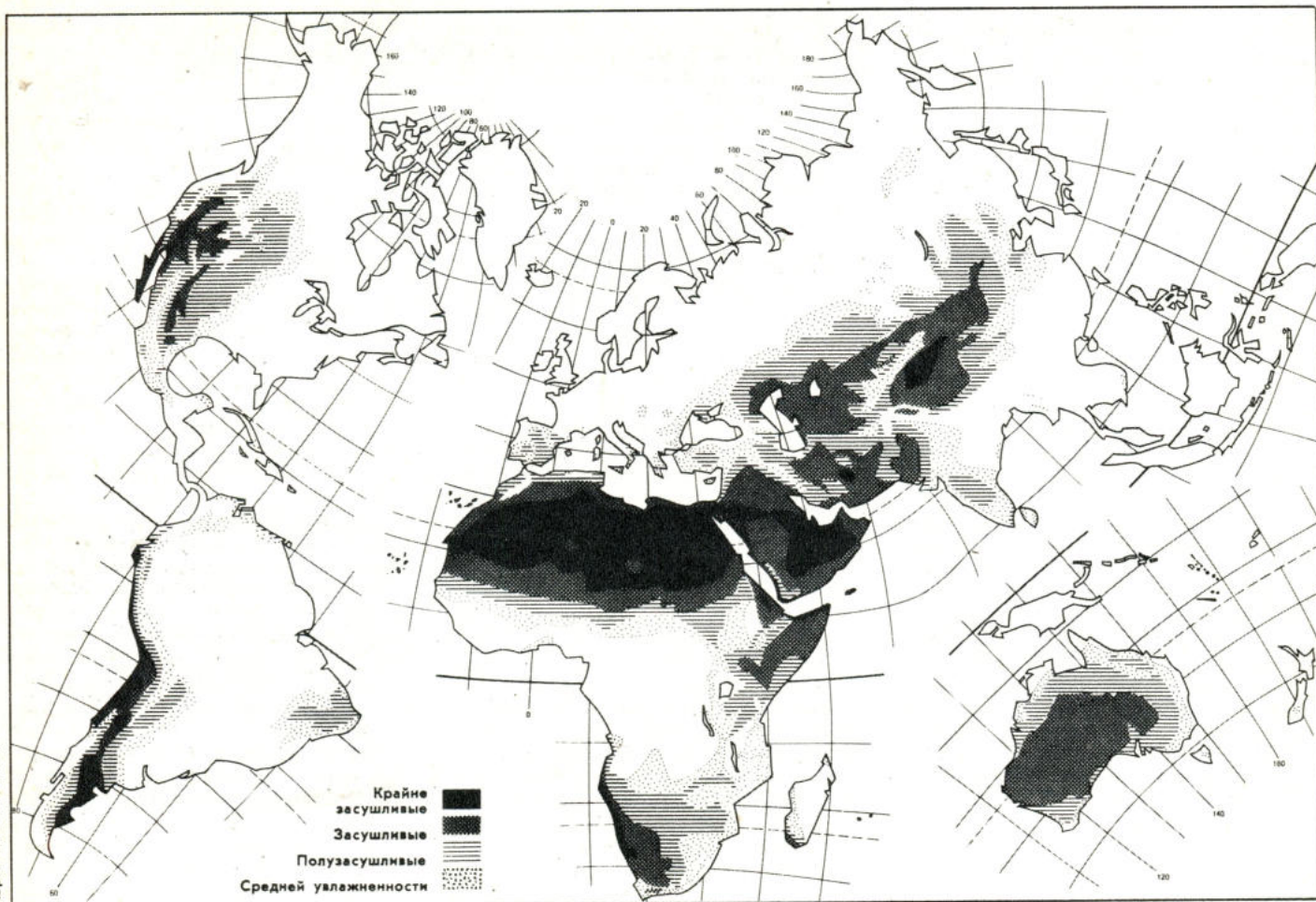
С 14 по 25 марта 1977 г. в Мар-дель-Плата (Аргентина) проходила Конференция Организации Объединенных Наций по водным ресурсам, в которой приняли участие 1500 человек из 116 стран. Участникам конференции предстояло изыскать пути и средства решения проблем, связанных с глобальным водообеспечением.

Перед участниками конференции стояла грандиозная задача, учитывая, что для обеспечения городских и сельских районов необходимым количеством воды к 1990 году сумма общих капиталовложений должна составить около 100 миллиардов долларов; помимо этого, к 1990 году потребуется затратить еще 100 миллиардов долларов на нужды ирригации.

Конференция ООН приняла «План действий», состоящий из ряда важных рекомендаций и резолюций, которые охватывают крупные проблемы, такие, как: оценка водных ресурсов, в первую очередь питьевой воды; рациональное использование воды в сельском хозяйстве; контроль над сбросом отходов и загрязнением окружающей среды; рыболовство; выработка гидроэлектроэнергии; речная навигация; стихийные бедствия (наводнения и засухи); информация общественности; образование и подготовка специалистов; научные исследования; международное сотрудничество (включая финансирование освоения водных ресурсов) и техническое сотрудничество между развивающимися странами.

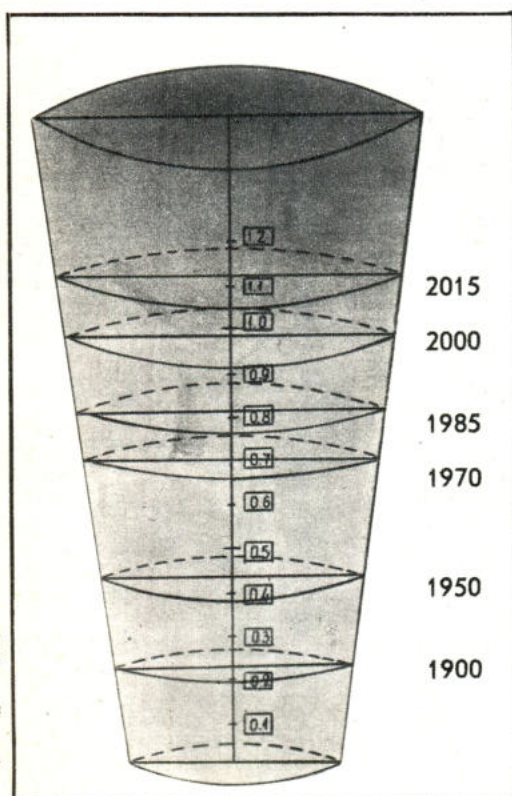
Специализированные учреждения ООН — ЮНЕСКО, Продовольственная и сельскохозяйственная организация (ФАО), Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ), Всемирная метеорологическая организация (ВМО), Детский фонд ООН (ЮНИСЕФ) и Программа развития ООН (ПРООН) — вносят свой вклад в совместные усилия по разработке программ развития и управления всемирными водными ресурсами.

Конференция рекомендовала провести в 1980—1990 годах «Международное десятилетие питьевого водоснабжения и санитарии» и посвятить его разработке национальных планов водоснабжения в свете социальных, экономических и санитарных нужд каждой страны.



Районы засушливых земель в мире

Недавно ЮНЕСКО подготовила новую карту аридных земель нашей планеты, составленную с учетом последних достижений науки в области изучения климата, почв и растительности. Вверху: упрощенный вариант карты, демонстрирующий нехватку воды, от которой страдают огромные районы Земли. С проблемой водоснабжения сталкиваются даже районы «средней увлажненности».



Великая жажда

На стакане отмечено делениями потребление воды в мире (в миллионах литров ежегодно) с 1900 года и, предположительно, по 2015 год, включая потребность в воде промышленности и сельского хозяйства. Рост народонаселения неизбежно влечет за собой и увеличение потребности в воде. Если к началу нашего столетия население в мире составляло 1,6 миллиарда человек, то сейчас оно превышает 4 миллиарда, а к 2000 году оно, как ожидают, достигнет примерно 7 миллиардов человек.

мость затраты огромных средств, осуществление такого рода мероприятий — один из наиболее реальных путей решения водной проблемы в ряде стран.

В связи с этим Североамериканским гидроэнергетическим объединением был выдвинут крупнейший проект переброски до 196 км³ стока рек Юкон, Фрейзер, Пис-Ривер, Атабаска и частично Колумбии для водообеспечения засушливых степных районов Канады и США. В Южной Америке имеются проектные предположения о перераспределении стока крупнейших рек мира — Амазонки и Ла-Платы. В Африке рассматривается проблема переброски значительной части стока реки Конго в озеро Чад для орошения прилегающих территорий Сахары. В СССР изучается вопрос о переброске части стока Оби и северных рек Европейской части СССР на юг, в засушливые районы Заволжья, Средней Азии и Казахстана. Исследования по перераспределению речного стока ведутся в Австралии, Пакистане и других странах.

Иногда высказываются опасения, что такого рода невиданные ранее

ПРОДОЛЖЕНИЕ НА СТР. 33

Современным городам нужна вода

Несмотря на то что половина населения планеты к концу этого столетия будет жить в городах, многие вопросы, связанные с влиянием роста урбанизации и индустриализации на мировые водные ресурсы, остаются пока не решенными.

Такое заключение было сделано рабочей группой, созданной ЮНЕСКО и Продовольственной и сельскохозяйственной организацией (ФАО) в 1971 году.

Четырьмя годами позже, в 1975 году, Межправительственный совет

Международной гидрологической программы ЮНЕСКО одобрил пять проектов, призванных дать лучшее понимание проблем городской гидрологии. Они включают исследования на водосборах, загрязнения подземных вод и взаимосвязь между социально-экономическими и экологическими аспектами городской гидрологии.

Эти исследования, осуществляемые под эгидой ЮНЕСКО и в рамках сотрудничества с другими специализированными учреждениями Организации Объединенных Наций, позволят

разработать в 1978—1979 гг. международную программу управления городскими водными ресурсами.

Любой современный город вынужден сталкиваться с тремя основными водными проблемами, а именно: снабжение водой, как питьевой, так и для других целей (главным образом для использования в промышленности); отвод сточных вод и пополнение запасов воды.

Города необходимо обеспечить водой, и прежде всего питьевой водой для бытового использования. Еже-

Фото Дж. Перес © Магнум, Париж



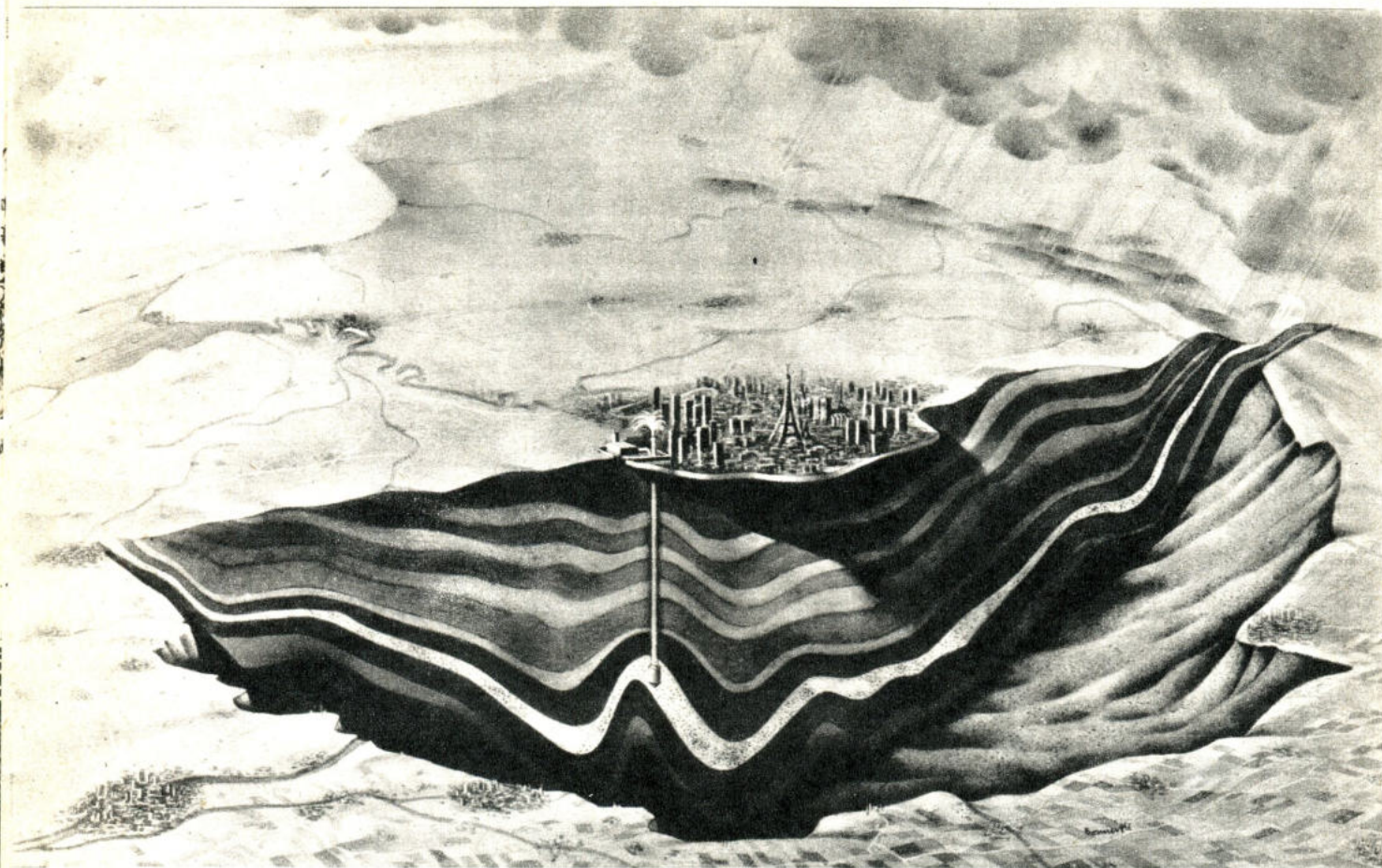


Рисунок Бонневиль © Паримаж, Париж

Глубокие скважины и мертвая рыба в реках

Современный город, которому приходится решать серьезную проблему снабжения водой как населения, так и промышленных предприятий, потребности которых постоянно возрастают, вынужден затрачивать огромные средства на доставку воды с далеких расстояний и на бурение глубоких скважин (вверху). На рисунке изображена геологическая структура водного бассейна в районе Парижа и водозаборная скважина, пробуренная до водоносного слоя, находящегося на глубине около 600 метров. Принимаются меры, чтобы не допустить чрезмерного истощения этих ресурсов подземных вод. Еще одна серьезная проблема, с которой сталкивается современный город, — это загрязнение воды. Слева: мертвая рыба в Сене; в водах реки отражаются здания на набережной Парижа.

дневные потребности человека в воде колеблются в основном от 50 до 400 литров. Установлено, что каждый швед ежедневно потребляет в среднем (в гигиенических целях и в домашнем хозяйстве) 210 литров воды. Эти бытовые потребности, конечно, составляют лишь часть общих потребностей. Указанные количества воды, в том случае если речь идет о крупном городе, могут показаться мизерными в сравнении с естественным стоком даже небольших рек. Но, помимо того что необходимо иметь воду для бытовых нужд, города должны снабдить ею и других потребителей, в первую очередь промышленность. Обеспечение водой промышленных предприятий (кроме забора ими неочищенной воды из рек) составляет высокий процент от общего потребления воды городом.

Города страдают от недостатка воды. В 1965 году общие потребности Соединенных Штатов оценивались примерно в 1000 кубических метров воды в секунду. В 1980 году они возрастут, по-видимому, до 1500 м³ в секунду, а в 2020 году превысят 3000 м³ в секунду. Эти количества воды соответствуют дебитам крупных рек.

Многие города получают воду с далеких расстояний. В Штутгарт и его пригороды питьевая вода поступает по водопроводу длиной 300 км. В Швеции для удовлетворения потребностей городского комплекса Мальмё-Лунд-Хельсингборг построили сеть водопроводов общей длиной около 300 км. Калифорнийский проект по водоснабжению, созданный для удовлетворения потребностей городов и сельского хозяйства штата в воде, пре-

дусматривает акведук длиной 1100 км с процентом расхода воды в количестве 167 м³ в секунду.

Другой наиболее часто используемый метод водоснабжения городов состоит в откачке подземных вод. Это может порой привести к изменениям в естественном водном балансе. Если не брать в расчет тех случаев, когда подземные воды используются как минеральные источники, имеют место откачки подземных вод в объемах, превышающих их естественное восстановление.

В этих условиях уровень подземных вод резко понижается, что в свою очередь вызывает оседание почвогрунтов. Это уже имело место в отдельных районах Соединенных Штатов Америки, в Японии и в Швеции.

Водоснабжение шведских городов на 47% осуществляется за счет использования подземных вод. Откачка подземных вод в сочетании с нагрузкой зданий вызывала оседание почвы, в частности, в Стокгольме, где некоторым сооружениям нанесен вследствие этого серьезный ущерб. В других городах почва осела на 0,5—1 м.

Существует потребность систематического отвода из городов как сточных, так и дождевых вод. В Соединенных Штатах Америки общая протяженность канализационных систем для отвода дождевых и сточных вод составляет свыше 300 000 км. В Швеции, население которой в 25 раз меньше населения США, общая длина подобных сооружений достигала в 1971 году 35 000 км. Если сложить длину Нила, Амазонки и Миссисипи-Миссури — трех наиболее протяжен-



Фото © Янах, ЮНЕСКО

ных рек в мире, — то общая их длина не достигнет и 20 000 км. Водная география мира полностью изменилась.

Города оказывают влияние на изменение кругооборота воды. В Нью-Йорке, занимающем площадь 329 км², общая длина подземных канализационных сооружений равна примерно 7000 км. Город Милуоки на берегу озера Мичиган располагает естественными водотоками общей протяженностью 60 км и 13 км озерного побережья. В то же время в городе действует канализационная система длиной примерно 900 км; 1300 км труб проложены для отвода дождевых вод и 1000 км труб — «санитарного» назначения.

Урбанизация также повлияла на сеть естественных водных объектов. Руслу рек канализируются, объединяются с искусственными сооружениями и таким образом часто превращаются в канализационные системы. В 1913 году под Вашингтоном на участке в 68 км² имелись естественные водостоки общей длиной 103 км. В 1966 году на этом же участке, став-

шем пригородом американской столицы, уцелело всего лишь 43 км рек в естественном состоянии.

Урбанизация изменяет также и режим дождевого стока. Во многих городах объем вод, фильтрующийся в почву, уменьшается, в то время как изъятие воды из рек и других источников непрерывно возрастает.

Уменьшение инфильтрации дождевых вод объясняется тем, что эти воды выпадают не на естественную почву, а на огромные участки бетона и асфальта, представляющие водонепроницаемую поверхность, которая все в большей степени становится обычной в городах и их окрестностях.

В результате нет более «губки», которая некогда впитывала частично воду. Согласно обследованиям, проведенным во многих странах, дождевая вода в городских районах целиком попадает прямо в канализационную сеть и затем кратчайшим путем сбрасывается в ближайшей реки. Расход этих рек, таким образом, предельно возрастает, чего не было до урбани-

зации. В одной из долин Германии, которая за последние 30 лет подверглась процессу урбанизации, при дождях уровень воды в реках поднимается не только быстрее, но и вдвое выше, чем в 1919 году.

Проведенные в Соединенных Штатах исследования указывают на то, что наводнения стали более частыми и более разрушительными в урбанизированных районах, нередко расположенных вблизи рек. Масштабы затопления территории возрастают пропорционально степени ее урбанизации. Совсем недавно разрушительное наводнение произошло во Франции, недалеко от Марселя, где в течение последних 15 лет осуществлялось широкое строительство различных сооружений. Одной из главных причин такой катастрофы, как было установлено, явилось бетонирование значительных площадей.

Назрела жизненная необходимость в проведении работ по регулированию стока рек путем укрепления берегов и сооружения плотин для регулирования уровня вод и борьбы с па-



Фото © Г. Ван-де-Берг, Брюссель

По мере роста городского населения развивается обычно и промышленность, потребление воды которой возрастает в самых широких масштабах. Загрязнение озер и рек промышленными отходами является проблемой не только для развитого мира. На фото на противоположной странице: металлургический завод фирмы «Тата» (Индия) на берегу озера, воды которого используются в заводской системе охлаждения. Резкий контраст этому — идиллическая картина (вверху): бенгалец удит рыбу в спокойных водах озера.

водками. Сознательное управление должно прийти на смену естественно-му саморегулированию вод, которое оказалось нарушенным.

Под влиянием города изменяется не только сток рек, но и качество воды, причем во многих аспектах. Например, такой город, как Филадельфия (Соединенные Штаты), ежедневно производит до 2900 т загрязняющих веществ. В течение года в этом городе с населением 2 миллиона человек, раскинувшимся на территории 330 км², производится более 1 500 000 т различных отходов (включая промышленные), асфальтируются улицы (до 30—40 км в год), изнашивается около четырех миллионов пар обуви и более двух миллионов шин, происходит эрозия 650 000 городских зданий, загрязняются тротуары приблизительно 250 000 домашних животных.

Подобные цифры, вероятно, можно было бы привести в отношении всех крупных городов. Естественно, подавляющая часть таких загрязняющих отходов удаляется с помощью канализационных систем, особенно во вре-

мя дождей. Наводнения в этих районах могут нанести особенно большой ущерб, так как первая паводочная волна оказывается крайне загрязненной. Среднее содержание взвешенных веществ в речных водах является гораздо более высоким на выходе их из городских зон — в 5—10 раз выше, чем в сельских районах. Произведенные в СССР наблюдения позволили установить, что в городских районах на один квадратный километр ежегодно выпадает вместе с дождями 20—30 тонн растворенных веществ, по сравнению с 5—10 тоннами в сельской местности.

В Англии подвергли анализу воду, чтобы установить степень ее загрязнения в районах, где ведется различного рода строительство. В одном из крупных подземных водостоков Бирмингема был обнаружен чуть ли не полуметровый слой строительного мусора. На улицах Стокгольма ежегодно сгребают до 850 000 м³ снега, который затем сбрасывают в озеро Маларен. Согласно подсчетам, эта масса снега содержит 30 000 кило-

граммов свинца, 6000 килограммов нефтяных отходов и 130 000 килограммов соли.

Столь сильное загрязнение породило новое звено в кругообороте воды — ее очистку. Все большие города в настоящее время располагают одной или несколькими водоочистными станциями, на которых обычно так называемые «отработанные» воды вначале осветляют, затем подвергают бактериальной ферментации (именно бактерии и выполняют основную работу). Затем воду еще раз осветляют, прежде чем она вновь попадает в реку. С постоянным ростом потребностей в воде часто приходится очищать речную воду, с тем чтобы она приобрела качество питьевой воды.

Нередко вода должна быть очищена не только на пути ее к городу, но и из города, так как обычно вниз по течению расположены другие нуждающиеся в воде города и промышленные предприятия. Так, например, стала пригодной для питья вода в реке Марне (приток Сены), которая протекает в районе восточных приго-



Для борьбы с загрязнением водных объектов, в том числе рек, вблизи больших городов строятся очистные станции. Вода подвергается сложному процессу отстоя, фильтрации, а также химической и бактериологической обработки. Очистная станция в Кирьяново (слева), расположенная неподалеку от Москвы, обрабатывает ежедневно 2 500 000 м³ воды, благодаря чему жители советской столицы могут купаться в летнее время в Москве-реке.

Фото © АПН, Москва

► родов Парижа. Добиться этого удалось благодаря тому, что очистная станция на Марне ежедневно обрабатывает до 600 000 м³ воды. Процесс такой обработки чрезвычайно сложный. Вода Марны становится микробиологически чистой после быстрой фильтрации, обработки двуокисью хлора, вторичной обработки хлорным железом после медленной фильтрации, проверки на кислотность с помощью обычной соды и, наконец, озонирования. Получение чистой воды — непростое дело.

Так называемые «естественные» водотоки становятся все менее и менее естественными. Но это не всегда следует рассматривать в качестве отрицательного явления, особенно в том

случае, если в будущем использование рек будет осуществляться на основе обдуманной политики, целью которой явится сохранение и улучшение вод. Река Рур, пересекающая один из наиболее урбанизированных и промышленно развитых районов мира, несет в своих берегах очень чистую воду благодаря усилиям правительства, поскольку эта река должна постоянно обеспечивать потребности граждан всего района в чистой воде и служить им местом отдыха. Чтобы воды Рура оставались чистыми, массы отработанной воды сбрасываются в другой приток Рейна — реку Эмшер, которая течет несколько северней... и ее воды проходят через водоочистную станцию.

В бассейне Рура каждая река выполняет свою особую задачу. Подобное решение проблемы предусматривается осуществить на севере Франции. В Нидерландах собираются специализировать различные рукава дельты Рейна. Искусственная, человеком производимая перекройка водных потоков становится все более и более распространенной. Возможно, вскоре нам придется переделывать карты рек в школьных учебниках. ■

Удивительный напиток природы

Мишель Батисс

Вода в представлении всех людей является символом чистоты и простоты. Однако в действительности нет ничего более редкого, чем чистая вода, и ничего более сложного, чем это странное вещество с его удивительными физическими, химическими и биологическими свойствами.

Греческий философ Фалес из Милета рассматривал воду как основу всего земного. Позже Эмпедокл из Агригента, а затем Платон и Аристотель классифицировали воду как один из четырех элементов, наряду с землей, воздухом и огнем, из которых состоит вся материя.

С того времени и до конца XVIII века никто не высказывал сомнений в том, что вода — это единое неделимое вещество. В 1775 году французский химик Пьер-Жозеф Макер

МИШЕЛЬ БАТИСС (Франция) — инженер и физик, заместитель Генерального директора ЮНЕСКО по естественным ресурсам и наукам по охране окружающей среды.

Фото © ЮСИС, Париж

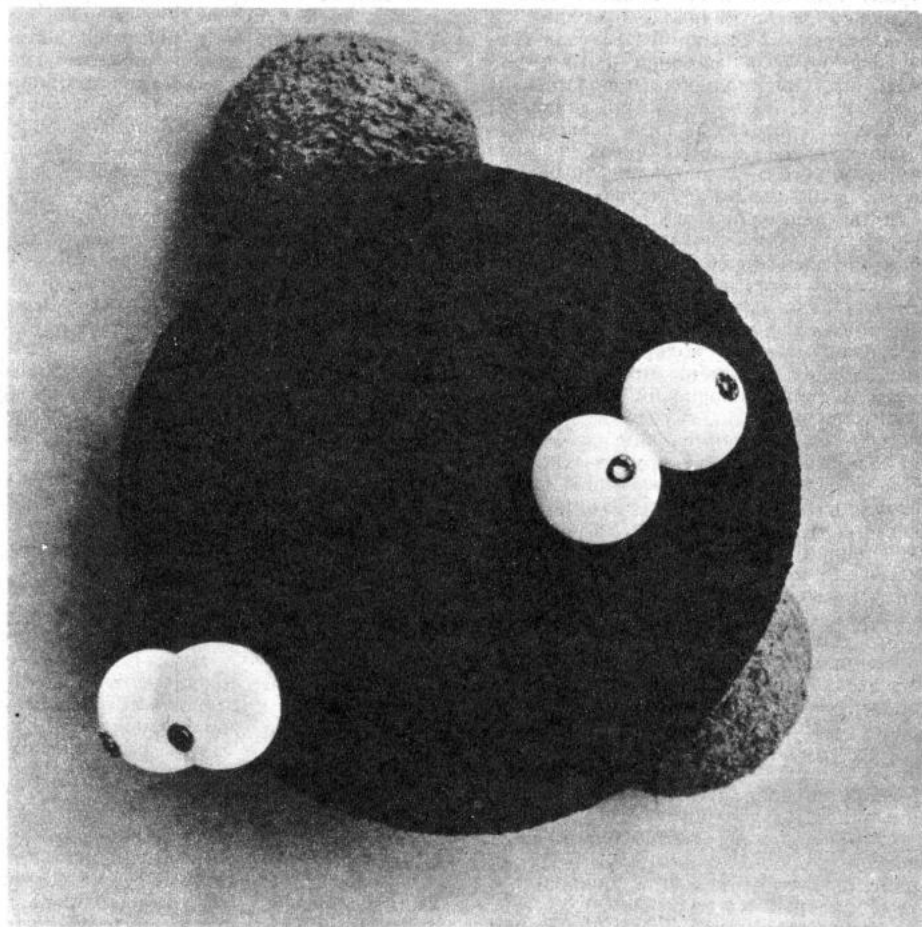


Фото © Фото Ризёрчс, Нью-Йорк

Вверху: модель молекулы воды. Большой черный шарик — атом кислорода. Он окружен маленькими белыми шариками, электронами, и связан с двумя атомами водорода, будто имеет два отростка. Эта комбинация обуславливает всем известную химическую формулу воды — H_2O . Водород — самый распространенный элемент в нашей Галактике. Слева: на фотографии, сделанной из космоса, видна Земля и окутывающее ее воздушное «покрывало», которое выглядит здесь полумесяцем [изображение сделано более контрастно в фотолаборатории].

получил несколько капель воды от сгорания небольшого объема водорода. Однако влияние идей Платона и Аристотеля было настолько велико, что Макер спустя три года после своего опыта писал, что вода представляется «неизменяемым и неразрушимым веществом», которое невозможно разложить.

Однако эти многовековые представления были неожиданно опровергнуты многочисленными химическими экспериментами. В Англии Генри Кавендиш, исследуя свойства газообразных веществ, в 1781 году первым доказал, что вода образуется в результате соединения водорода, который он назвал «воспламеняющимся воздухом», с атмосферным кислородом, которому он дал название «жизнетворного воздуха».

Как часто бывает во время великих поворотных моментов в развитии науки, исследователи того времени с трудом пробирались вперед, и им за-

частую было трудно понять, что показывают их эксперименты, тем более что они сталкивались одновременно со многими другими проблемами.

Как это нередко имеет место, открытие было уже близко, и многие исследователи в Англии и во Франции стояли на его пороге. Такие великие ученые, как Гаспар Монж, Джозеф Пристли и Джеймс Уатт, внесли свой вклад в исследование состава воды. Но заслуга в понимании и объяснении природы этого вещества принадлежит знаменитому химику Антуану Лавуазье и его коллеге Пьеру Лапласу, который позже прославился как астроном. 24 июня 1783 года Лавуазье удалось наконец синтезировать воду из кислорода и водорода и тем самым неопровержимо доказать, что вода состоит из двух элементов. Вскоре ему удалось провести этот опыт в обратном порядке и разложить воду. Именно Лавуазье назвал эти два элемента кислородом и водородом, причем название последнего само объясняет свое происхождение.

В наше время все знают, что молекула воды образуется в результате соединения одного атома кислорода с двумя атомами водорода. Эта на первый взгляд очень простая молекула и является основой всей жизни на Земле.

Однако поведение воды совсем не похоже на поведение других жидкостей. Простым примером этого является способность воды, находящейся в твердом состоянии (лед), плавать.

Обычно жидкости уменьшаются в объеме по мере охлаждения; когда они затвердевают, они уменьшаются в объеме еще больше и вследствие этого являются более плотными в твердом состоянии, чем в жидком. Из этого можно было бы сделать вывод, что лед не должен плавать. Вода действительно изменяется в объеме по мере охлаждения до 4°C, но затем она начинает снова расширяться, прежде чем перейти в твердое состояние — лед.

В противоположность другим жидкостям вода не сжимается, и это ее качество возрастает при повышении температуры от 0 до 50°C.

Кроме того, вязкость воды под давлением уменьшается, а не увеличивается.

Если исходить из аналогичных водоединений, таких, например, как водород и сера или водород и селен, то можно было бы предположить, что вода должна находиться в газообразном состоянии при нормальной температуре и что она должна кипеть при 90°C ниже нуля и превращаться в лед при температуре -100°C. Очевидно, что в этом случае жизнь на нашей планете была бы невозможна. Люди сами на две трети состоят из воды, и трудно представить себе мир, живущий при температуре около -90°C.

Но это еще не все. Вода обладает еще одним «анормальным» свойством, имеющим огромную важность: она стремится оставаться в жидком состоянии и обладает большой сопротивляемостью температурным воздействиям. Чтобы перевести воду в газообразное или твердое состояние, требуется большое количество энергии. Именно это имеется в виду, ког-

да говорят, что «скрытая теплота» для превращения воды в лед или в пар является значительной. Напиток в бочке охлаждается под влиянием таяния льда в процессе поглощения тепла, а не за счет температуры кубика льда. Точно так же требуется сравнительно большое количество энергии, чтобы повысить или понизить температуру воды. Вода имеет очень высокую «теплоемкость»; именно это замечательное свойство, относящееся, конечно, к огромным океаническим массам воды на нашей планете, защищает людей от весьма значительных температурных перепадов между днем и ночью, летом и зимой. Таким образом, вода является великим регулятором тепла. Известно, например, что в странах, расположенных непосредственно у океанского побережья, годовые перепады температуры гораздо меньше, нежели в странах, которые находятся в глубине материков.

Вода обладает многими другими интересными свойствами, такими, как способность растворять в себе многие вещества (в результате чего вода редко бывает чистой), сильной тенденцией к смачиванию стенок капиллярных сосудов и подъему в них, склонностью задерживаться при образовании скальных пород и принимать форму гидратов, которые иногда приобретают самые причудливые оттенки, как, например, опал.

Что же в таком случае лежит в основе этих необычных свойств? Очевидно, они объясняются особенностью структуры молекулы воды и тем, как она соединяется с другими молекулами.

Современная физика больше не признает изображения атомов при помощи схем. Однако на простой геометрической модели можно показать, что атом кислорода имеет шесть электронов на своей внешней орбите, в то время как ему необходимо иметь восемь электронов, чтобы орбита была устойчивой. Точно так же каждый атом водорода имеет один электрон на своей орбите, в то время как ему необходимо два для того, чтобы она была устойчивой. Таким образом, два атома водорода и один атом кислорода «объединяют» свои внешние электроны и образуют устойчивую молекулу воды. В этой связи атомы размещаются упорядоченно и два атома водорода располагаются один за другим, придавая молекуле воды особую конфигурацию, будто она имеет два отростка.

При этом следует отметить два весьма важных фактора. Во-первых, молекула воды является чрезвычайно устойчивой, поскольку атомы кислорода и водорода связаны друг с другом посредством образования электронных пар (так называемая ковалентная связь). Такую молекулу разрушить очень трудно, и этим объясняется, почему так долго считалось, что вода является простым веществом.

В этой связи затруднительно представить себе экономически целесообразным использование огромного количества водорода, содержащегося в Мировом океане, в качестве, например, автомобильного топлива. Правда, водород используется как топливо для космических ракет, с образовани-

ем воды после его сгорания. Однако производство необходимого для ракет водорода является чрезвычайно дорогостоящим.

Во-вторых, молекула воды электрически диссимметрична: кислородная часть имеет отрицательный заряд, а водородная — положительный. Таким образом, она действует как микромагнит, что во многом объясняет ее «анормальное поведение», которое описано выше.

Электрические взаимодействия между водородом одной молекулы и сравнительно «свободными» парами электронов другой молекулы образуют так называемую «водородную связь». Через взаимодействие этих связей каждая молекула воды стремится соединиться с четырьмя другими молекулами, и это создает в обычном льде кристаллическую жесткую, хотя и не очень плотную структуру, в которой молекулы воды расположены в геометрическом порядке — примерно так же, как в кристаллах снега, и по тем же причинам.

Эта не очень компактная структура делает лед легким. Хаотичная структура жидкой воды является практически более плотной и более компактной, чем структура льда, поскольку водородные связи менее упорядочены и разрушаются по мере повышения температуры. Структура обычного льда, напротив, не может выдержать очень сильного давления — это привело к открытию восьми других видов льда, получаемых при давлении до 20 000 кг/см² и имеющих более высокую плотность, чем вода. Но этих видов льда, получаемых в лабораторных условиях, в природе не существует, и тем лучше для нас. Что бы случилось, если лед Северного полюса начал бы погружаться и постепенно нагромождаться на дне океана? Ничего хорошего из этого бы не вышло!

По-видимому, водородные связи лежат и в основе других замечательных свойств воды. Именно эти связи обеспечивают сцепление между молекулами живых клеток, которые в основном состоят из воды, и именно они являются причиной того, что вода кипит при относительно высокой температуре. Безусловно, понадобится еще много времени, прежде чем мы узнаем все об этом сложном веществе — жидкой воде. Физики продолжают выдвигать теории и строить модели, пытаются объяснить все ее свойства.

Вероятно, наибольший парадокс заключается в том, что эта жидкость, считавшаяся такой простой, но в действительности ведущая себя так необычно, была выбрана в качестве стандарта для измерений: температуры (по определению, вода замерзает при 0°C и кипит при 100°C), тепла (одна калория — это количество тепла, необходимое для нагревания одного грамма воды с 15 до 16°) и массы (один грамм равен массе одного кубического сантиметра воды при температуре 4°C).

Самым удивительным является тот факт, что необычные свойства этой уникальной, загадочной жидкости определили природу и структуру физического и биологического мира, частью которого являемся и мы сами.

Утолит ли айсберг жажду пустыни?

Поль-Эмиль Виктор



Айсберги всегда представляли угрозу для мореплавания, но в наши дни они вызывают также и интерес как огромные «резервуары» пресной воды. Однако прежде чем жители засушливых районов земного шара смогут пить воду с Южного полюса, необходимо избрать пути транспортировки гигантских ледяных глыб за тысячи километров и решить проблему получения содержащейся в них воды. Пока что «айсберготехнология» находится в ранней стадии своего становления.

Рисунок Солси, ЮНЕСКО

Если бы Земля была величиной с крупный апельсин, то вся вода в мире — как находящаяся во взвешенном состоянии в воздухе, так и подземные воды, а также все океаны, моря, озера и реки — представляла бы на этом апельсине лишь небольшую каплю, осторожно нане-

сенную на его поверхность с помощью пипетки.

Почти вся эта капля (97—98%) состояла бы из соленой воды морей и океанов мира. Остальные 2—3% представляли бы собой пресную воду, необходимую для жизни, — количество столь ничтожное, что на нашем апельсине эта вода занимала бы место значительно меньше булавочной головки.

Но гораздо серьезнее другое. Лишь 1% пресной воды на Земле находится в жидком виде. 75% ее пребывает в твердом состоянии, т. е. в виде льда; значительная часть ее — это подземные воды, и лишь 1% составляет то ничтожное количество, которое мы беззаботно расходует, бездумно загрязняем, в то время как потребление воды непрерывно возрастает.

Поэтому необходимо упорно искать пресную воду. Пока что существуют два реальных способа получения пресной воды: опреснение морской воды и использование единственного имеющегося на Земле резерва пресной воды, то есть полярного льда, об-

разовавшегося в результате накопления спрессованного снега, который выпадал в течение тысячелетий.

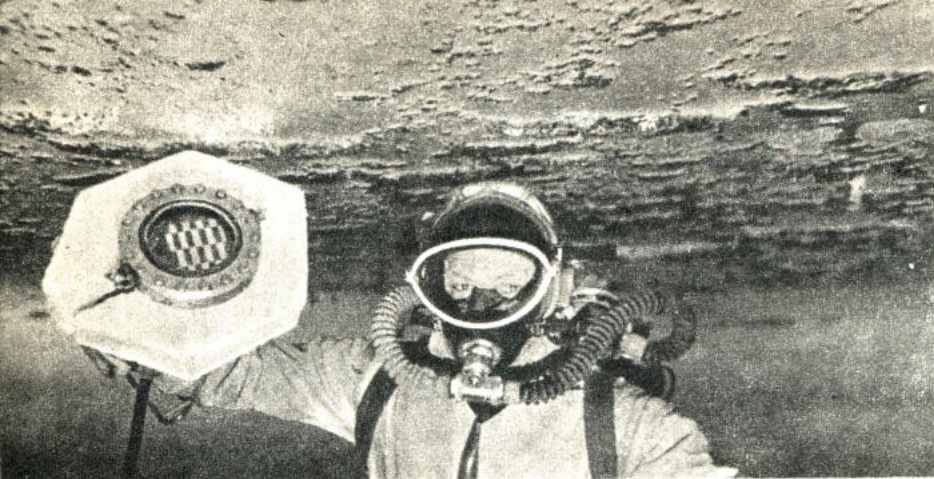
Опреснение морской воды — весьма дорогостоящий процесс. Получение же пресной воды путем транспортировки айсбергов, напротив, представляется экономически целесообразным и осуществимым.

Айсберг состоит из пресной воды настолько чистой, что по своим качествам она нередко бывает сходной с дистиллированной водой.

По имеющимся подсчетам, льды Антарктики ежегодно теряют более 10 000 миллиардов м³ льда в виде айсбергов, которые в конечном итоге тают и исчезают.

Эта цифра, вероятно, занижена. Самый крупный айсберг, который пока что удалось обнаружить и измерить, составляет 350 километров в длину и 90 километров в ширину, при толщине примерно 250 метров. Объем одного этого айсберга, на котором могла бы уместиться вся Бельгия, был равен 8000 миллиардов м³ льда.

ПОЛЬ-ЭМИЛЬ ВИКТОР — известный исследователь, организатор и руководитель многочисленных французских экспедиций в Арктику и Антарктику за последние сорок лет. Возглавлял международную гляциологическую экспедицию в Гренландию с 1967 по 1970 год. С 1974 года — президент «Группы Поля-Эмиля Виктора», занимающейся проблемами охраны человека и окружающей среды. Его достижения как исследователя и ученого принесли ему международное признание, в том числе присуждение золотой медали Королевского географического общества (Великобритания).



Под арктическим льдом

Удивительные фотографии, помещенные на развороте, были сделаны во время недавних советских экспедиций на Северный полюс. Советские исследователи совершили более 1500 погружений под лед Арктического океана. Много еще не изучено даже в наши дни в отношении формирования паковых льдов, поведения дрейфующих льдин и их характеристик на поверхности океана и под водой. Сегодня ученые из многих стран мира занимаются исследованиями в этой области, с тем чтобы обеспечить безопасное плавание морских судов и способствовать добыче полезных ископаемых в полярных водах. Фотографии сделаны сотрудником научно-исследовательского Института Арктики и Антарктики в Ленинграде, руководителем группы подводных исследований В. Грищенко. Вверху: водолаз проводит наблюдения за интенсивностью солнечной радиации через толщу дрейфующего пакового льда. Справа: другой подводный исследователь изучает облакоподобные формы подводного льда на глубине 8 метров. Внизу: водолаз проводит работы под ледяным дрейфующим островом.



фото © В. Грищенко, СССР



Плавающие острова Антарктики

Справа: один из крупнейших айсбергов, когда-либо наблюдавшихся. Наблюдение за ним ведется с 1967 года; эта фотография была сделана в январе 1977 года со спутника с высоты 900 километров. Длина айсберга 74 километра, ширина 40 километров, толщина от 230 до 345 метров. Эта гигантская глыба льда содержит достаточно пресной воды для удовлетворения потребностей Калифорнии в течение сотен лет.

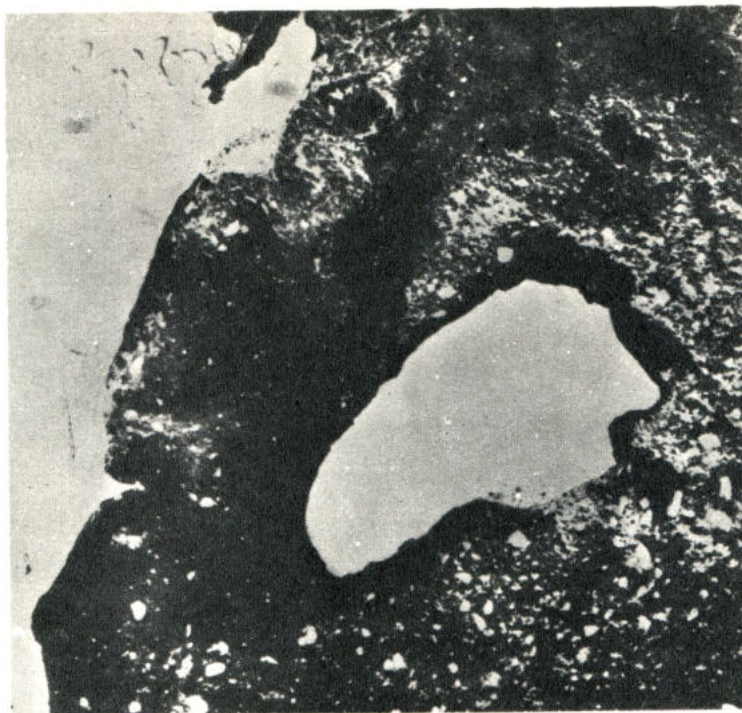
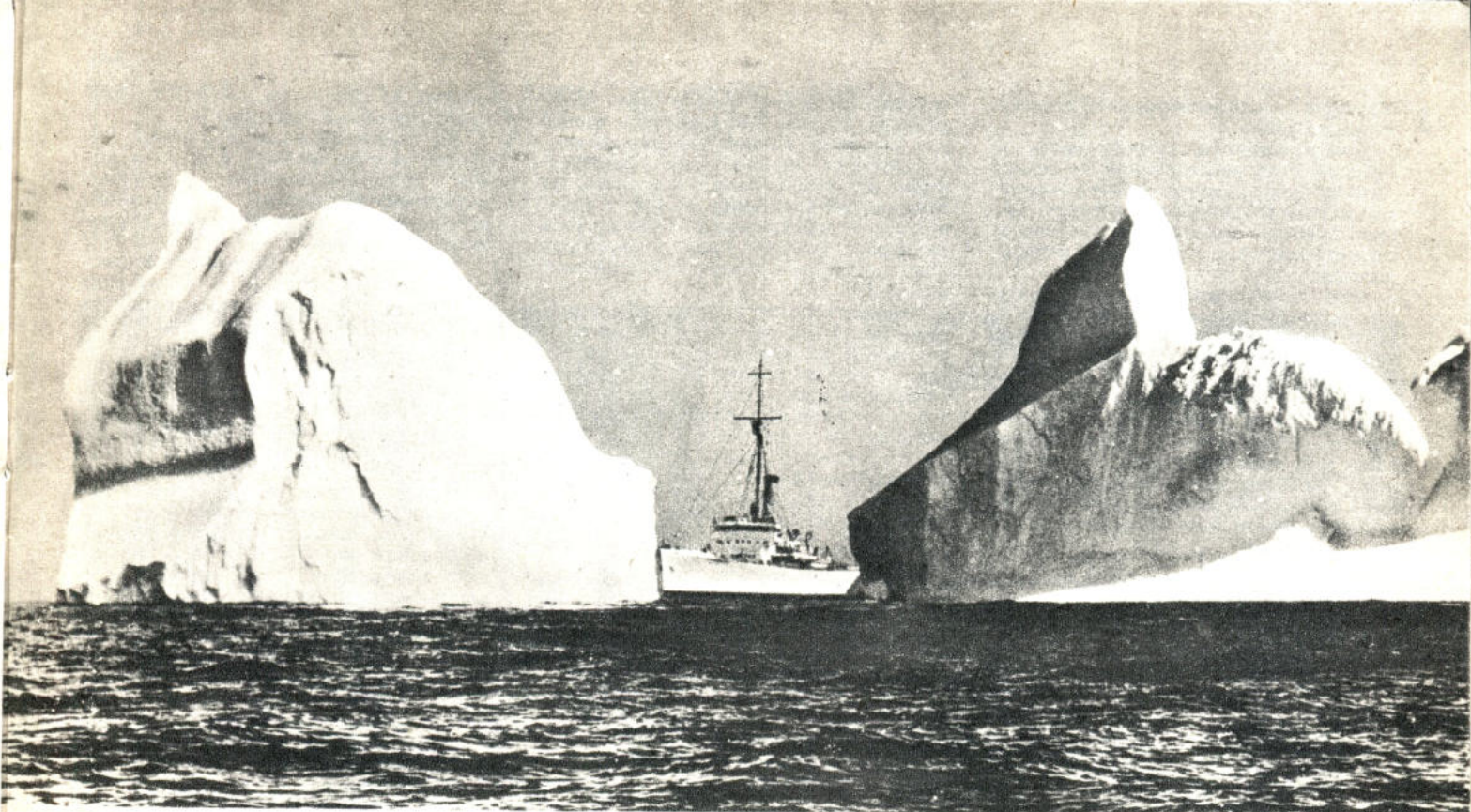


Фото © ЮСИС, Париж





Арктические пики

Вверху: американское судно кажется карликом, когда оно проходит между двумя пиками гигантского арктического айсберга. Айсберги, соединяясь под водой, образуют единый ледяной массив. Как правило, арктические айсберги не столь правильной формы, как их собратья в Южном полушарии.

Ледниковый купол, формирующий айсберги, ежегодно восстанавливает такое же количество льда или, возможно, большее, путем накопления снега.

Что даст буксировка айсберга до одного из портов «пояса жажды» — в Саудовской Аравии, например? От айсберга обычных размеров (вес 100 миллионов тонн, 1200—1500 метров в длину, 300—400 метров в ширину) могло бы быть получено колоссальное количество воды — 80 миллиардов литров, даже несмотря на то что во время транспортировки он потеряет около 20% своего первоначального объема.

Если окружить Джидду (город в Саудовской Аравии на берегу Красного моря) поясом зеленых насаждений шириной в 20 километров, то уровень осадков в этой зоне, возможно, составил бы два метра в год, в то время как сейчас он составляет всего лишь несколько сантиметров. В считанные годы Джидда стала бы центром великолепного оазиса.

Почему следует искать айсберги у Южного полюса? Почему не у Северного?

По двум причинам. Во-первых, арктические айсберги в основном неправильной формы и опасно неустойчивы на воде. Во-вторых, являясь продуктом горных ледников (в Гренландии, например), они никогда не достигают требуемых размеров. Антарктические же айсберги, наоборот, плоские и нередко имеют большой объем и правильную форму.

Снег, скапливающийся на плато Антарктиды, постепенно превращается в лед и медленно сползает или стекает к краям континента.

Иногда он образует ледяной шельф сравнительно правильной формы толщиной 250—300 метров. Примером тому может служить шельфовый ледник Росса, площадь которого почти равна площади Франции. Он имеет треугольную форму и двумя сторонами «пришвартован» к берегу, а его фронтальная часть имеет форму об-

рывистого склона высотой в полсотни метров, края которого обламываются, образуя плоские айсберги самых различных размеров.

Кроме того, арктические морские течения, спускающиеся к югу, в отличие от антарктических течений, движущихся к северу, как правило, не являются благоприятными. Конечно, для транспортировки гигантских масс льда потребуются мощные буксиры, но без благоприятных морских течений буксировка будет гораздо сложнее и займет больше времени.

Операция будет рентабельной — кубометр антарктической воды, доставленной в Джидду, будет стоить примерно 60 центов, в то время как опреснение кубометра морской воды в этом районе обходится более чем в 80 центов.

Является ли этот проект практически осуществимым?

Международная конференция, состоявшаяся в Университете Айовы, США, в октябре 1977 года, которая была посвящена этому вопросу, пришла к выводу, что поставленные проблемы могут быть решены с помощью современных технических средств и водоснабжение с помощью айсбергов будет стоить на 30—50% меньше, чем получение пресной воды путем опреснения.

Идея буксировки айсбергов не является новой. Возрождение интереса к технике ее осуществления (включая международные конференции в Париже в июне и в Айове в октябре 1977 года) объясняется просьбой принца Саудовской Аравии Фейсала, который в сентябре 1975 г. позвонил мне и спросил, осуществима ли буксировка айсберга к берегам Аравии¹.

Результатом нашего разговора стало проведение целого ряда научных изысканий, подсчетов и составления проектов, осуществляемых под руко-

¹ Принц Фейсал является президентом Международной компании по транспортировке айсбергов, одним из организаторов Конференции в Айове.

Соленые ледяные поля

В отличие от айсбергов, которые отделяются от континентальных ледников и состоят из пресной воды, плавающие льдины толщиной в несколько метров представляют собой замерзшую морскую воду. Слева советский ледокол «Арктика», первое в мире надводное судно, которое достигло Северного полюса. Произошло это 17 августа 1977 года.

водством инженера-консультанта Жоржа Мугэна.

Для проведения теоретических и практических исследований по этому вопросу была назначена международная научная комиссия, в которую вошли десять ученых — в основном гляциологов — с мировой известностью.

Нам необходимо лучше знать структуру айсбергов (снег, фирн, лед), их внутренние напряжения, пустоты, щели и другие слабые места.

«Подходящий» айсберг должен быть достаточно крупным (100 миллионов тонн), чтобы по прибытии к месту назначения из него можно было получить требуемое количество воды. Он должен быть плоским, максимально правильной формы, вытянутым в длину (для облегчения бук-

сировки), а также максимально однородным, то есть без трещин и щелей и с возможно ровной поверхностью.

Айсберги такого типа (впоследствии их необходимо обследовать на предмет обнаружения щелей и внутренних напряжений, невидимых снаружи) формируются в секторах Тихого, Атлантического и Индийского океанов.

Французскими полярными экспедициями была проведена серия наблюдений за дрейфом айсбергов вокруг Антарктического континента (операция Берг — Эол в 1971—1973 гг.). Было установлено, что айсберги, возникшие на «шельфовых ледниках» этих секторов, концентрируются в секторе шельфового ледника Эмери.

Оттуда они дрейфуют на север и исчезают. Анализ фотоснимков, сде-

ланных со спутников, дает более точные результаты наблюдений.

Но самой сложной проблемой является защита айсбергов от всех видов эрозии — таяния, испарения, механической эрозии в результате действия волн, а также трения в процессе буксировки.

Например, для преодоления расстояния в 6 тысяч морских миль, при наиболее благоприятной скорости буксировки порядка одного узла (около 2 км/ч), потребуется около 8—9 месяцев. Предлагаются различные технические решения этих проблем. Одно из них сводится к защите вертикальных поверхностей айсберга с помощью покрытий (наподобие венецианских жалюзи) из светоотражающих материалов.

Подводная часть айсберга может быть защищена с помощью полого (наподобие колокола) из изолирующих материалов. Сама изоляция будет достигнута за счет слоя холодной пресной воды, которая скопится между колоколом и подводной частью айсберга. Низ айсберга также может быть защищен своего рода пологом, который будет прижат ко дну айсберга с помощью поплавков.

Что касается защиты айсберга от механической эрозии, то она может быть обеспечена путем применения защитного пояса из различных материалов.

Изготовление и установка этих элементов в антарктических водах связаны с определенными трудностями, которые еще предстоит разрешить.

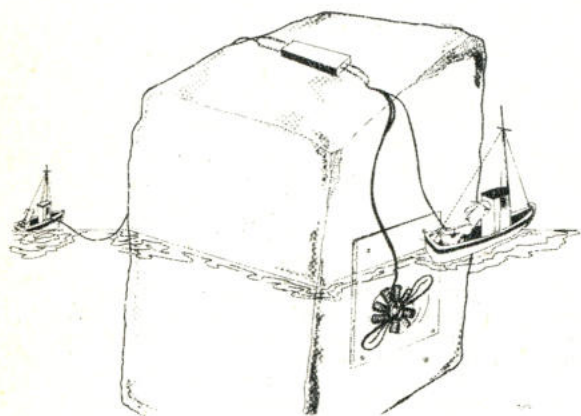
Теоретически сама буксировка проблемы не представляет. Наиболее крупные современные буксиры развивают тяговое усилие в 125 тонн. Для буксировки айсберга в 100 миллионов тонн необходима будет сила тяги порядка 600—700 тонн; для этого достаточно будет 5—6 мощных буксиров.

Как только айсберг будет доставлен на место (возможно, его придется ставить на прикол за десятки километров от берега в зависимости от глубины прибрежных вод), необходимо будет перекачивать с него талую воду по трубам на берег. Однако для этого придется сначала построить на суше целую сеть резервуаров и водораспределителей, поскольку в большинстве стран, испытывающих острую нужду в пресной воде, такой сети, к сожалению, не имеется.

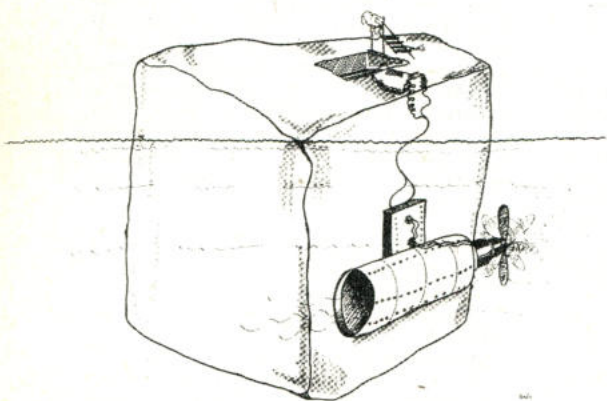
Как это ни парадоксально, придется ускорить таяние айсберга в связи с тем, что солнечного тепла будет недостаточно для получения требуемого количества воды. Ускорение таяния можно будет достигнуть либо путем распыления талой воды из «озера», которое образуется на айсберге, с тем чтобы дополнительно абсорбировать атмосферное тепло, либо за счет теплообмена с морем, либо, наконец, с помощью внешних источников тепла. В течение всей этой фазы внешний защитный полог айсберга, разумеется, должен будет оставаться на месте.

Получение пресной воды методом транспортировки айсбергов, несомненно, является одним из наиболее оригинальных и заманчивых проектов нашей эпохи. И не только оригинальных, но и наиболее практичных.

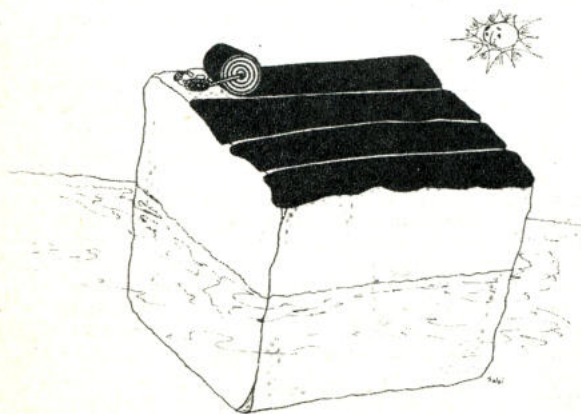
Недалек тот день, когда проблемой номер один для человечества станет проблема пресной воды. Ибо человек может прожить без пищи 40—50 дней, но он погибнет, если его оставить без воды всего на четыре дня.



Айсберги можно транспортировать с помощью буксиров, но изучаются также и другие методы, такие, как использование разности температур морской воды и льда для приведения в действие турбины (слева). При транспортировке айсберга из Антарктики к тихоокеанскому побережью США всего лишь менее двух процентов ледяной горы будет израсходовано в качестве «горючего».



Другая концепция «самоходного» айсберга, предусматривающая использование гребных винтов или колес, которые приводятся в движение электродвигателями, установленными на айсберге или на сопровождающих его судах.



Во время транспортировки предлагается укрыть айсберг защитным покрытием, дабы не допустить его интенсивного таяния под лучами солнца и под воздействием теплых вод тропических морей.

Рисунки Солси. ЮНЕСКО

Реки текут вспять

Джерри Пурнель

Рисунок © Уэствью Пресс Инк., 1976, США



Канада, США и Мексика принимают совместное участие в Североамериканском гидроэнергетическом объединении (НАВАПА). Этот проект предусматривает переброску огромного количества воды через континент с Аляски в ряд районов Канады, США и Северной Мексики.

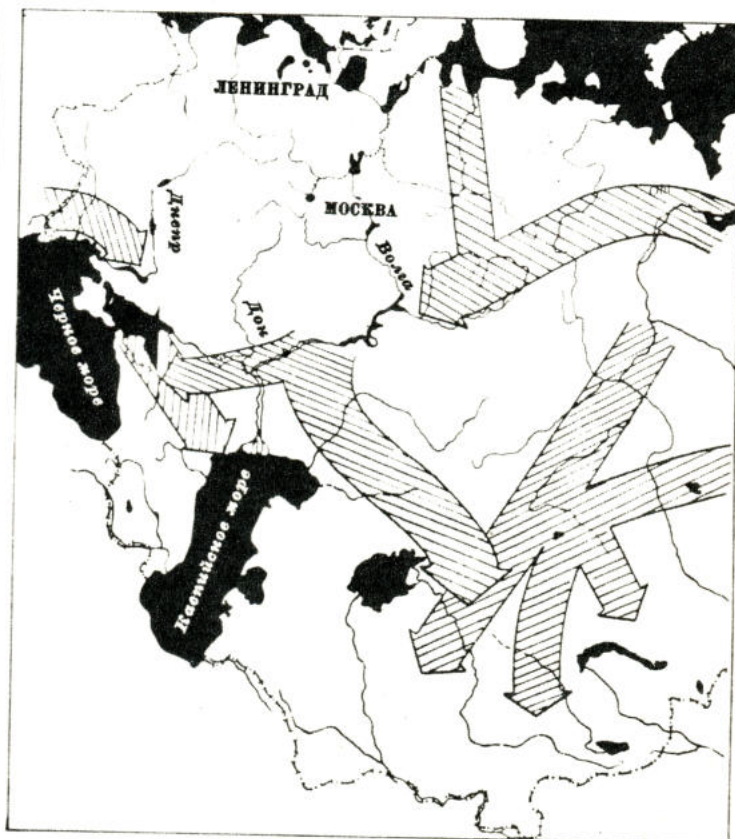


Фото © Институт водных проблем АН СССР

Варианты переброски большого количества воды, благодаря которой северные реки смогут питать засушливые районы юга страны, изучается в настоящее время в СССР. Один из долгосрочных проектов предполагает создание внутреннего моря в Сибири.

Вода всегда была важнейшим из ресурсов цивилизации, и в этом смысле положение не изменилось и сегодня. В современных промышленно развитых странах ее потребление составляет около 2000 литров на человека в сутки. Поистине огромные количества воды требуются и для сельского хозяйства: чтобы вырастить тонну риса, нужно затратить 4500 тонн, а на каждую тонну хлопкового волокна уходит примерно 10 000 тонн воды.

Засухи и наводнения на протяжении всей истории были одинаковыми бедствиями для цивилизации, и потому способность управлять водными ресурсами всегда — и в далеком прошлом, и в наше время — составляла одну из важнейших функций правительств. Конечно, сегодня значительно

ная часть случающихся в мире наводнений и засух не представляет уже той смертельной опасности, какой они были прежде, хотя они и обрушиваются на ту или иную страну нередко в один и тот же год.

Бывает, например, так, что в Калифорнии царит жестокая засуха, и фермерам и городским жителям приходится резко ограничивать свои потребности в воде, в результате чего экономический ущерб достигает миллиардов долларов; а в это же время штат Орегон всего в нескольких сотнях километров к северу страдает от разрушительных наводнений.

Природа предоставила в распоряжение человека обширные водные ресурсы — их объем значительно больше того, который потребовался бы для индустриализации всего мира. Но вода далеко не всегда имеется в тех местах, где она нужна. Например, значительная часть водных ресурсов Советского Союза приходится на долю рек, текущих на север, в холодную тундру за Полярным кругом,

а оттуда в Северный Ледовитый океан. Огромные количества воды, которые могли бы принести пользу в Канаде, Мексике и США, сосредоточены на Аляске, где остаются без употребления. Китай часто оказывается в затруднительном положении в силу того, что годы засух и наводнений последовательно сменяют друг друга.

В течение тысячелетий у человека не было иного выхода, как искать воду; в то же время даже в примитивных цивилизациях уже делались попытки бережно расходовать водные ресурсы. Сегодня мы не можем мириться с наводнениями и засухами. Мы способны доставлять воду туда, где она необходима.

Например, осуществленный в западной части США Калифорнийский обводнительный проект позволил перебрасывать воду за тысячи километров, что обеспечило возможность для развития такого города, как Лос-Анджелес, и превратило некогда засушливый район в один из самых

ДЖЕРРИ ПУРНЕЛЬ (США) — писатель и журналист, работает в жанре научно-популярной литературы. Автор более 10 книг по научной тематике.

плодородных в мире. Создание Волго-Донского канала в Советском Союзе и переброска дополнительных масс воды в бассейн Каспия помогли приостановить усыхание этого крупнейшего в мире замкнутого моря.

Несмотря на крупные капиталовложения и огромные достижения в области гидротехнического строительства, предстоит еще многое сделать. В бассейн Каспия поступает все еще недостаточно воды, а забирать ее из Дона в больших количествах невозможно без серьезного ущерба для Азовского моря. В Калифорнии свирепствуют периодические засухи, и поэтому значительная часть самых плодородных земель в Северной Америке остается неосвоенной.

Изменить такое положение вещей вполне возможно. Уже следующее поколение станет, может быть, свидетелем осуществления таких водохозяйственных проектов, перед которыми созданное в этой области до сих пор покажется незначительным. Это будут проекты настолько обширные, что превзойдут, вероятно, даже многое из того, что делает сама природа. Уже сейчас в США и Советском Союзе подвергаются серьезному рассмотрению такие проекты, которые могут не только заставить цвести пустыни, не только создадут мощную индустрию в необитаемых прежде районах, но и фактически изменят климат обширных областей земного шара.

Такие проекты, как Североамериканское гидроэнергетическое объединение, предусматривающее переброску примерно 200 миллиардов кубометров воды из Аляски в Канаду, в США (южнее 48-й параллели) и в Мексику, или разрабатываемые в СССР планы переброски стока северных рек в более населенные южные районы страны, предполагают осуществление огромных инженерно-строительных работ, которые по масштабам своим превзойдут все, что предпринималось в этой области до сих пор. Никто не сомневается в технической осуществимости таких проектов. Есть в этих странах и другие проекты, меньшие по сравнению с теми, о которых только что говорилось, но все-таки достаточно крупные, чтобы подтвердить возможности переброски действительно огромных объемов воды на большие расстояния.

Сейчас в обеих странах ведется интенсивное изучение экономического и экологического эффекта таких проектов. Можно ли осуществить их при имеющихся ресурсах и приемлемом уровне расходов и следует ли осуществлять их вообще?

Большинство экономических расчетов показывает, что, хотя начальные капиталовложения при осуществлении крупных водохозяйственных проектов огромны и могут достигать сотен миллиардов, их польза настолько велика, что вполне оправдывает затраченные средства.

Остается рассмотреть вопрос о по-

следствиях осуществления проектов для окружающей среды.

До недавнего времени последствия переброски больших масс воды на окружающую среду невозможно было даже предугадать. Для этого не было ни достаточных данных, ни обоснованных теорий. Теперь положение меняется. Американский космический аппарат «Викинг», запущенный на Марс, передал на Землю данные о погоде и климате этой планеты. Марсианская метеорология гораздо проще земной, но принципы механизма погоды обеих планет в основном одинаковы. Поэтому Марс стал своего рода лабораторией для изучения упрощенных систем метеорологических условий, а это позволило выдвинуть новые теории о том, как действует механизм образования погоды.

В то же время наблюдения со спутников дали возможность создать единую картину погоды и климата Земли (с их помощью изучались, например, влияние на атмосферу незначительного потепления морей, сдвиги струйных течений и других многочисленных факторов, формирующих погоду).

Наконец, множество самых различных исследований — от подсчета годовых колец на деревьях до анализа колонок грунта, взятых с океанского дна, — дали нам новые сведения о климате Земли в прошлые эпохи. Основываясь на этом материале, ученые сумели представить себе, каким образом действовал «механизм погоды» в условиях, резко отличающихся от современных, — скажем, в условиях ледникового периода.

Однако даже без этих исследований ясно, что существующий климат и погода вовсе не так уж «естественны» и «обычны», они не всегда были такими же, как сейчас. Серьезные изменения климатических условий отмечались на протяжении всей истории. Гренландия, например, была некогда населена, а Исландия процветала еще в 1200 году. Там, где теперь лежат пустыни, выпадали обильные дожди, а в засушливых когда-то районах сегодня все покрыто пышной зеленью.

Но такие перемены, упоминания о которых можно встретить в исторических источниках, — вещь совершенно незначительная по сравнению с изменениями погоды и климата, которые производит природа. Например, было время, когда большую часть Северной Америки и Европы покрывал толстый слой льда, а уровень морей находился на десятки метров ниже современного.

Никакое влияние деятельности человека в настоящее время или в будущем не может сравниться с изменениями климата, которые наша планета переживала не один, а десятки раз.

Кроме того, воздействие водохозяйственной деятельности по самой своей сути отлично от того, что делает

в этой области природа. Соответствующие усилия человека поддаются контролю, их можно «дозировать» и даже, если необходимо, «обратить вспять». Если же, например, климат начинает меняться в силу каких-то изменений в параметрах земной орбиты и угла наклона оси Земли, то такой процесс протекает стихийно, бесконтрольно, неуправляемо, в то же время эксплуатация насосных станций и плотин вполне «управляема», и это позволит в необходимых случаях приостановить развитие нежелательных тенденций, возникших в результате деятельности человека, и, если это потребуется, «подправить» саму природу.

Всегда будут люди, которых страшат планы вмешательства в природные процессы, и их доводы нельзя оставить без внимания. В своей основе вопросы о желательности тех или иных крупных водохозяйственных проектов не столько являются вопросами личных мнений, сколько следствием убежденности в необходимости и реальности осуществления проектов. Конечно, проект Североамериканского гидроэнергетического объединения или советский проект переброски вод Печоры на юг (или еще более грандиозный советский план создания нового внутреннего моря в бассейне Енисея) потенциально несут в себе известную опасность нарушения обычных условий климата и погоды. Но здесь следует сразу же подчеркнуть, что возможность обеспечения переброски огромных масс воды из одного района в другой одновременно означает возможность взять под контроль возникающие при этом процессы.

А разве способность контролировать не лучше полного отсутствия всякого контроля? Контроль может и не исключить возможность ошибки, однако отсутствие его означает находиться в плену случайных обстоятельств. Те, кого страшат новые водохозяйственные проекты, исходят — сознательно или бессознательно — из убеждения, будто природа всегда останется добра к нам, что человеку не потребуется тот контроль над ней, который могут дать крупные гидротехнические сооружения.

А между тем исторические факты такого убеждения отнюдь не подтверждают. Ныне, в XX веке, мы живем, пожалуй, в наиболее благоприятных климатических условиях из всех, когда-либо существовавших на Земле. Почти во всех исследованиях, посвященных проблеме долгосрочных изменений климата, отмечается, что предстоят изменения, причем в худшую сторону. Тенденция к потеплению климата, которая господствовала на земном шаре со времени «малого оледенения», вынудившего викингов покинуть Гренландию и значительно сократившего число обитателей Исландии, видимо, исчерпывает себя.

Во время американской войны за



Откуда берутся наши водные ресурсы? Как они восстанавливаются? Потребовались сотни лет наблюдений и размышлений, прежде чем науке удалось понять процесс циркуляции воды в природе. Слева: фонтанчик питьевой воды на улице Парижа.

Фото © Ж. Потье, Париж

5000 лет гидрологии

Раймонд Л. Нейс

Только 300 лет тому назад человек начал по-настоящему понимать, как происходит в природе циркуляция воды, охватывая системы: океан, атмосфера и суша. Прошло еще столетие, прежде чем сложилось полное и четкое представление о круговороте воды, в котором Мировой океан является источником всех вод, куда они в конечном счете и возвращаются.

Однако данные археологии свидетельствуют о том, что у человека было практическое знание отдельных аспектов гидрологии много тысяч лет назад.

РАЙМОНД Л. НЕЙС — старший гидролог-исследователь Отдела водных ресурсов Управления геологии США. Бывший председатель Национального комитета США по Международному гидрологическому десятилетию.

Первые цивилизации возникли в засушливых и полувасушливых районах, по-видимому, почти одновременно в различных частях мира. Люди, жившие в засушливых местностях, должны были понять природу круговорота воды и научиться использовать эти знания, чтобы от ненадежного существования кочевников перейти к более безопасному и стабильному оседлому образу жизни.

В некоторых районах юго-западной Азии ирригационные сооружения появились уже за 5 тысяч лет до н. э. Города, окруженные полями с искусственным орошением, появились около 4 тысяч лет до н. э.; обширные ирригационные работы велись в долинах Месопотамии. Примерно к тому же времени относится начало лиманного орошения в долине Нила.

В высшей степени практичные египтяне начали ежегодно отмечать высоту паводка на Ниле за 3 тысячи лет до н. э.; это были первые гидрологические измерения, доставшиеся

современному человечеству в наследство от предшествующих поколений. Сами паводки с научной точки зрения египтян не интересовали, но высота паводка показывала, какая площадь будет затоплена, а это давало возможность определить размер налогов с урожая.

Систематические работы по орошению с помощью подземных вод начались гораздо позже, чем орошение с использованием поверхностных вод. Такое устройство для подачи подземных вод, как *ханат* (водоподъемник), использовалось еще в VII в. до н. э. *Ханат* — это колодец, нижняя часть которого находится в водоносном слое.

Вода поднимается на поверхность земли, и здесь ее уже можно использовать для водоснабжения деревень или орошения полей. Это был самый эффективный способ использования подземных вод до появления современных искусственных скважин и электрических насосов. *Ханаты* строи-

Круговорот воды в природе

Вода земного шара постоянно циркулирует из океанов в атмосферу, затем на сушу и снова в океан. Вследствие естественного испарения и транспирации через листья растений вода в виде пара поднимается в атмосферу и вновь выпадает на Землю в виде дождя и снега. Большая часть ее выпадает непосредственно на поверхность океана, остальная часть — на сушу. По некоторым подсчетам, ежегодно на сушу выпадает 106 000 кубических километров осадков (в океан — почти в 4 раза больше); 68% этой воды испаряется, 31% достигает океана через ручьи и реки и 1% — в виде подземного стока.

лись в Армении, Персии, Афганистане, Северной Африки и Китае, и многие из них используются по сей день.

В тех районах Азии, где земледелие зависит от выпадения дождей, еще в древности возникла идея измерения осадков для определения суммы налога на урожай. Такого рода измерения начались в Индии уже во вторую половину IV в. до н. э. Обычно этот период и принято считать началом измерения осадков.

Однако метеорологические наблюдения проводились в Китае приблизительно в 1200 г. до н. э.; дождемеры использовались уже в 1000 г. до н. э., а систематические измерения осадков производились примерно с 200 г. до н. э. Динамическая концепция круговорота воды возникла в Китае за 900 лет до н. э., но в то время Китай не оказывал никакого воздействия на западное мышление.

На Западе наука получила серьезный импульс для развития от греков эллинистического периода. Целый ряд идей по гидрологии выдвинул Аристотель, но почти все они оказались ошибочными. Он считал, что большая часть воды поступает в реки из огромных холодных подземных пещер, где воздух превращается в воду. Его утверждение, что дождь составляет лишь незначительную часть речного стока, считалось незыблемым в течение 2000 лет и задержало развитие учения о динамическом круговороте воды почти до современной эпохи.

Несмотря на поразительное искусство в строительстве гидротехнических сооружений, римляне знали очень немного или почти ничего о гидрологическом цикле и о взаимосвязи между осадками и величиной стока. В то же время именно римлянин по имени Марк Витрувий Поллион оспаривал взгляды Аристотеля. Он писал, что вода испаряется с поверхности моря и других водоемов и образует облака; дождь, выпадающий из облаков, проникает в землю и затем выходит из нее в виде источников.

С IV века н. э. начался быстрый упадок интеллектуальной жизни, а за ним последовало мрачное средневековье, и в течение почти тысячелетия вся наука в Европе находилась в состоянии полного застоя.

Своим пробуждением после дли-

тельного периода подчинения церковному и аристотелевскому авторитаризму западная наука была в огромной степени обязана универсальному гению Леонардо да Винчи (1452—1519 гг.). Его интересовали скорее вопросы гидравлики, чем гидрологии, но в некоторых своих сочинениях Леонардо высказывал идеи, которые созвучны современным научным представлениям о круговороте воды.

Он указывал на значение водонепроницаемых геологических пород, образующих водоносные слои в Альпах, объяснял, как происходит восполнение подземных вод и как низинные источники питаются водой. Другие ученые дали более полную разработку этих идей, но это произошло гораздо позже.

Во Франции также появилось несколько ученых, которые высказывали аналогичные мысли. Среди них особое место занимает Бернар Палисси, издавший в 1580 году небольшую книжку, в которой впервые указал, что водные источники питаются только за счет дождевых осадков.

Палисси правильно объяснил принцип действия артезианских колодцев, взаимосвязь между подземными водами и реками и дал общее представление о гидрологическом цикле. Что касается артезианских колодцев, то здесь он на 200 лет опередил Эразма Дарвина, которому приписали честь первого «правильного объяснения» этого явления в 1785 году.

Начало XVII столетия знаменует поворотный пункт в истории гидрологии и смежных наук.

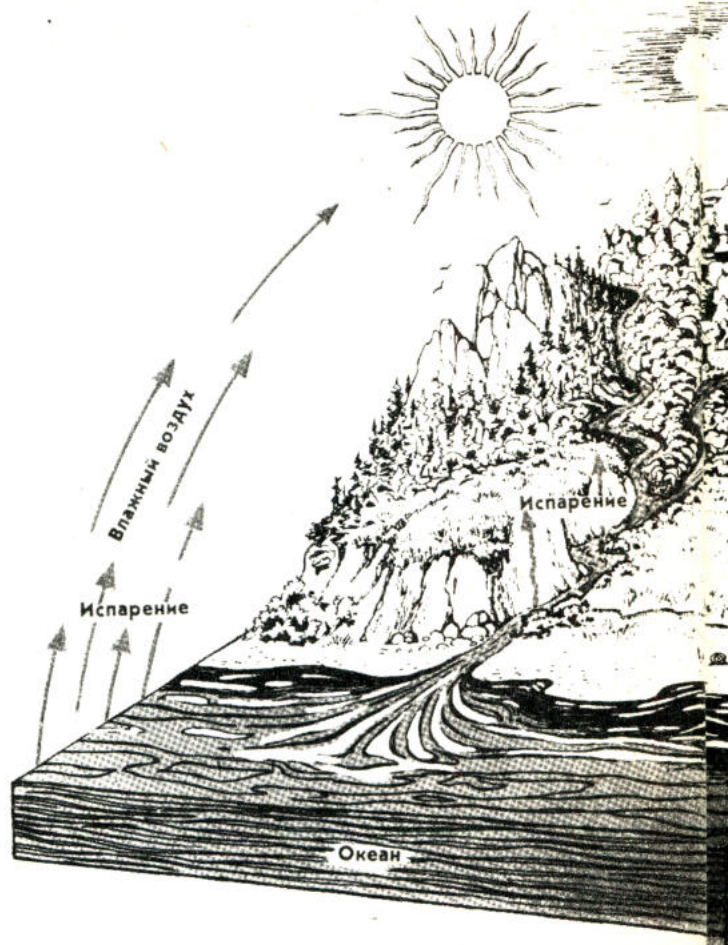
Изобретение барометра, градуиро-

ванного термометра и гигрометра в начале века обусловило значительные достижения в метеорологии, а тем самым и в гидрологии. Первая международная гидрологическая сеть была организована в 1654 году Великим герцогом тосканским Фердинандом II. Именно в этот период закладывались основы подлинно научной гидрологии, базирующейся на концепции гидрологического цикла.

Человеком, который впервые полностью порвал с освященными временем представлениями о воде, был французский юрист, ставший естественным исследователем и философом, Пьер Перро (1611—1680 гг.). Он первый предпринял серьезные попытки измерить отдельные элементы гидрологического цикла и доказал, что сумма осадков в одном из районов верхней части бассейна Сены по меньшей мере в 6 раз превышает расход воды вышележащего притока Сены. Таким образом, он одним ударом покончил с древней догмой, согласно которой осадки якобы не могут обеспечить питания ручьев и рек.

Он заметил также, что в некоторых областях, образованных известняками, реки уходят в карстовые воронки, и отметил, что уровень грунтовых вод в окрестностях Парижа поднимается одновременно с подъемом уровня реки. Из этого он сделал правильный вывод, что речная вода просачивается в осадочные породы парижской поймы.

Перро не указал прямо, какую роль играет испарение с поверхности моря и земной поверхности в образовании атмосферного пара. Однако из его работ явно вытекает вывод, что



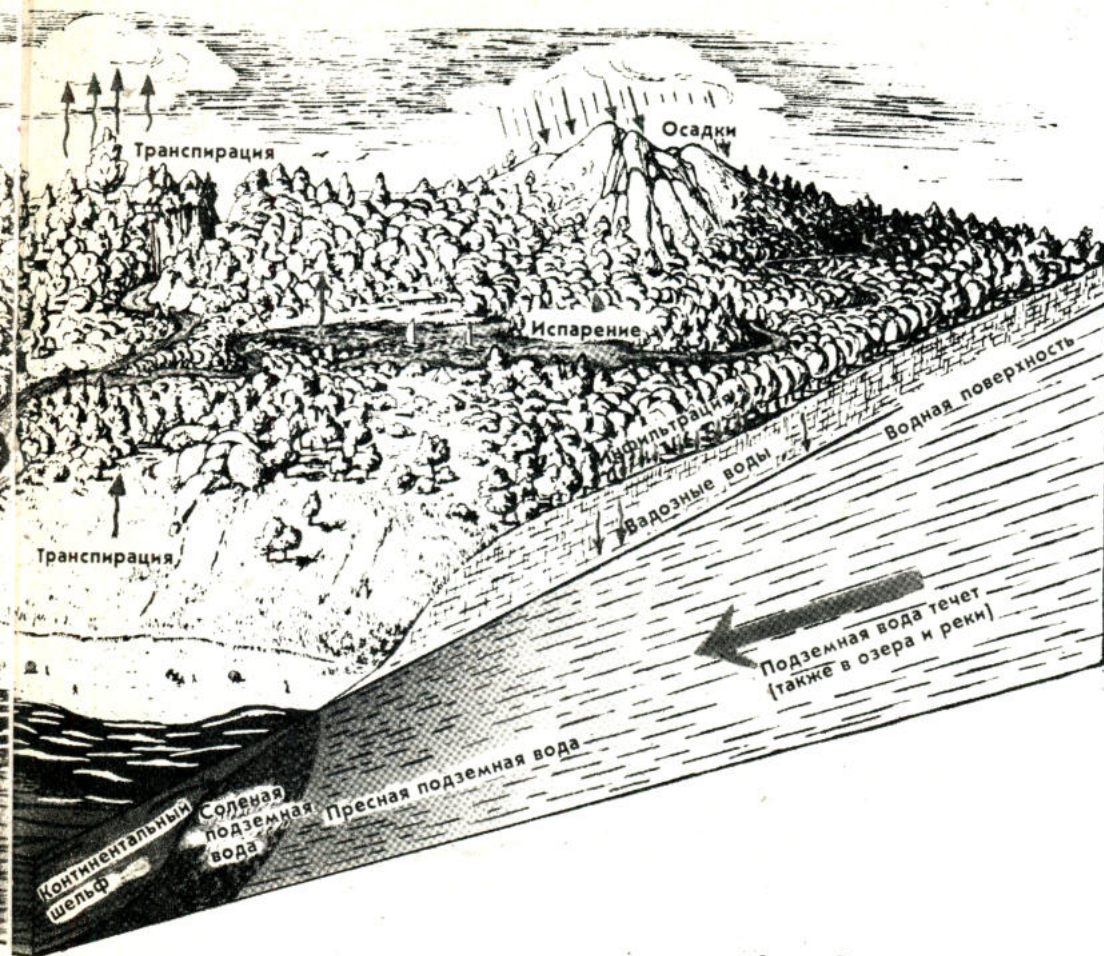


Рисунок © Натурал Хистори, Нью-Йорк

часть атмосферной влаги поступает с поверхности моря. Поскольку одна шестая часть осадков возвращается в море, ясно, что существует и обратное явление, так как в противном случае в воздушных массах над континентом вскоре полностью исчез бы пар.

Замкнуть «атмосферный полу-круг» круговорота воды выпало на долю английского астронома Эдмонда Галлея (1656—1742 гг.). Галлей был, по-видимому, первым ученым, который в 1687 году провел измерения испарения с поверхности моря и прямо указал, что именно оно является источником пара, порождающим осадки над земной поверхностью.

Галлей провел некоторые элементарные измерения испарения при контролируемой температуре в своей лаборатории в Англии, используя плоский сосуд с водой, установленный на одном плече весов, термометр и сосуд с углем для поддержания температуры воды.

На основе данных об испарении в течение двух часов с поверхности сосуда диаметром около 20 см Галлей путем экстраполяции определил величину испарения со всей поверхности Средиземного моря. Учитывая тогдашний уровень знаний, он получил поразительно близкий к реальному результат.

Основываясь на измерении стока Темзы, он путем экстраполяции определил величину стока рек, впадающих в Средиземное море, и подсчитал, что ежедневное испарение с поверхности Средиземного моря почти в 3 раза превышает количество воды, поступающей из впадающих в него

рек. Галлей указал на важное значение процессов испарения и транспирации с поверхности суши и объяснил, что именно благодаря этим процессам не все осадки стекают в море.

Перро начал с изучения воды, уже имеющейся в атмосфере, и описал ее дальнейший ход после выпадения в виде осадков. Галлей указал, что основным источником атмосферного пара является океан, и сделал попытку установить баланс в полном цикле циркуляции воды. Их совместным вкладом явилась концепция гидрологического цикла, основанная на примитивных, но убедительных измерениях. Доказательство пришло почти сто лет спустя.

Великий французский химик Антуан-Лоран Лавуазье (1743—1794 гг.) доказал, что вода является химическим соединением, которое он синтезировал, сжигая водород. Он пришел к выводу, что вода состоит из 85 весовых частей кислорода и 15 частей водорода (действительное соотношение составляет 88,9 и 11,1). Он, по существу, положил начало атомной теории, но дальнейшей ее разработки занялся англичанин Джон Дальтон.

В одном из своих трудов, опубликованных в 1793 году, Дальтон, основываясь на экспериментальных данных, показал, что вода, испаряясь, сохраняет свой химический состав. Он пришел еще к одному открытию, которое сейчас представляется элементарным, но в то время сыграло огромную роль: испарение с земной поверхности должно быть меньше, чем сумма осадков, так как в противном случае реки исчезли бы.

Тем самым Дальтон заложил основу оценки водного баланса; более того, он впервые попытался установить водный баланс для обширной области, охватывающей Англию и Уэльс.

В 1845 году Роберт Кейн вычислил запас вод ирландских рек на основе расчета стока путем вычитания величины испарения из суммы осадков. Тем самым была заложена основа важнейшего уравнения водного баланса: сток = осадки — испарение.

Хотя некоторые поразительные эмпирические сведения о подземных водах имелись уже за несколько столетий до н. э., подлинное понимание проблем гидрологии подземных вод пришло лишь с развитием геологии как отдельной науки. Это произошло лишь в начале XIX столетия, главным образом в результате работ Уильяма Смита (1769—1839 гг.), «отца английской геологии», который поставил стратиграфическую и структурную геологию на современную основу. В геологической структуре местности важную роль играет система измерения уровня подземных вод, и без такой системы нельзя получить полного представления о подземных водах.

Смит использовал свое знание геологии и подземных вод для решения проблемы водоснабжения города Скарборо; к водоносному слою был прорыт колодец с регулирующим устройством, так что запас воды в слое увеличивался в период подпитывания и уменьшался летом.

Новаторские работы Смита по гидрологии сыграли в то время выдающуюся роль и заложили основу для

бурного расцвета гидрологии подземных вод в XIX веке.

В середине века были проведены обширные исследования подземных вод, особенно во Франции.

Французский сельский священник аббат Парамель (1790—1875 гг.) был сильно обеспокоен нехваткой воды в небольших деревнях, городках и в сельской местности района Косс, близ Центрального массива во Франции, почвы которого были сложены из юрских известковых пород.

Зная, что осадков вполне достаточно для питания рек и ручьев, он в течение девяти лет изучал гидрологию известняков и добился огромных успехов. В 1831 году он сложил с себя сан священника и целиком отдался поискам подходящих мест для колодцев. В своей книге о подземных ключах он утверждает, что открыл 10 000 источников подземных вод. Он исследовал сотни мест для колодцев, и в 12 случаях из 13 его предсказания оправдались. Его книга «Искусство нахождения источников», изданная в 1856 году, явилась важной вехой в истории развития гидрологии подземных вод. У Парамеля не было знакомых ученых, с которыми он мог бы посоветоваться, и он всю жизнь оставался самоучкой.

Однако к концу XIX века центр тяжести гидрологических исследований переместился в Соединенные Штаты. Североамериканские гидрологи широко использовали блестящие

лабораторные исследования, проведенные в Европе, и Северная Америка заняла видное место в гидрологических изысканиях, причем главный упор делался на полевые исследования и сбор данных. Это открыло возможности для проверки, дальнейшего развития и уточнения теоретических положений гидрологии, а также для широкой разработки приборов и усовершенствования методов исследований в малых и крупных масштабах.

В Европе в середине XIX века многие исследователи также сосредоточили свои усилия на измерениях и сборе данных. Выдающегося успеха достиг знаменитый венгерский гидроинженер Пал Вашаргели (1795—1846 г.), который впервые произвел гидрологическую съемку Дуная в среднем течении.

Эта работа, проведенная в период с 1822 по 1840 год, ускользнула от внимания большинства историков, но в дальнейшем легла в основу всех съемок и исследований бассейна Дуная. В 1846 году Вашаргели разработал также планы регулирования реки Тисы, предусматривавшие регулирование паводков и осушение 3 миллионов гектаров болот, которые с доисторических времен затрудняли деятельность и передвижение людей.

Идеи мировой гидрологии выдвигались на протяжении двух с половиной тысяч лет. Однако огромное значение глобального гидрологического цикла было по-настоящему признано

лишь в сравнительно недавние времена.

Большую роль в этом сыграли русские ученые начиная со второй половины XIX века. В своих работах, опубликованных в период с 1875 по 1911 год, А. И. Воейков подчеркивал роль пара, образовавшегося над Атлантическим океаном, в режиме выпадения осадков в России. Он выдвинул предположение, что испарение с поверхности Земли, покрытой лесом, является важным компонентом образования пара в атмосфере над континентом. Большую роль сыграли и советские ученые, подчеркивавшие неразрывную взаимосвязь теплового и водного баланса Земли, а опубликованная в 1956 г. работа М. И. Будыко о тепловом балансе поверхности Земли считается классическим трудом в этой области.

Изучение мирового водного баланса было одним из важных разделов программы Международного гидрологического десятилетия (1965—1974 гг.), которое явилось мощным импульсом для развития всех основных отраслей гидрологии и наметило пути расширения обмена информацией во всем мире.

Международная гидрологическая программа, осуществляемая ЮНЕСКО с 1975 года с целью разработки рациональной политики развития и использования водных ресурсов, обеспечивает постоянный стимул к развитию мировой гидрологии.

Реки, несущие слепоту

В огромных районах развивающегося мира вода является источником не жизни, а тяжелых и нередко смертельных болезней, таких, как малярия и шистозоматоз, каждая из которых, по существующим подсчетам, унесла до 200 миллионов жизней. Справа: суданские рыбаки ловят рыбу в бурной реке. В Африке около 20 миллионов человек поражены «речной слепотой» — болезнью, которую вызывают паразиты, живущие в реках с быстрым течением.

Фото © Альмази, Париж





Фото © Ж. Брос, Париж

Жители деревни Кампунг-Лаут на Суматре прорывают глубокие дренажные каналы в близлежащих заболоченных лесах, делая землю пригодной для обработки.

Первопроходцы болот Суматры

Жерар Франсильон

На этих страницах «Курьер ЮНЕСКО» публикует работу, посвященную исследованию проблем, с которыми сталкиваются фермеры-мигранты в заболоченных лесах дельты реки Упанг в Индонезии. Правительство этой страны приступило к осуществлению в дельте реки Упанг широкой исследовательской программы, призванной дать ответ на большой круг вопросов, связанных с экологическими и социальными аспектами осушения заболоченных лесов Суматры. Эта программа представляет собой часть программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера» (МАБ), целью которой является создание предпосылок (в рамках естественных и общественных наук) для рационального использования ресурсов Земли и для лучшей адаптации человека в среде его обитания.

Правительство Индонезийской республики сталкивается с серьезными демографическими проблемами на островах Ява и Бали, на которых проживает 65% населения Индонезии, хотя территория этих островов составляет всего лишь 10% от общей территории страны.

Меры по контролю за рождаемостью, а также меры по повышению урожаев сельскохозяйственных культур дали обнадеживающие результаты, но все же недостаточные для решения всех проблем одного из самых

ЖЕРАР ФРАНСИЛЬОН (Франция) — антрополог и социолог, в последние годы осуществил ряд проектных исследований в Индонезии, прежде всего на Падангских нагорьях на Суматре (для Нантерского университета, Франция). По поручению ЮНЕСКО занимается изучением влияния массового туризма на традиционные общества и культуры острова Бали. В 1974 году принимал участие в региональной встрече комитетов МАБ (программы «Человек и биосфера»), проходившей в Куала-Лумпуре (Малайзия).

густонаселенных районов мира. По данным переписи 1973 года, плотность населения на острове Ява составляет 600 человек на 1 км², и ожидается, что к 2000 году эта цифра превысит 1000 человек. В первую очередь именно на города ляжет задача поглотить прирост населения.

Возникает внутренняя миграция как наиболее быстрый и рациональный метод ослабления воздействия растущей перенаселенности центральных островов. Плотность населения в отдаленных районах страны значительно меньше. На Калимантане (индонезийской части Борнео, крупнейшего острова архипелага и одного из крупнейших островов в мире) проживает лишь 5,5 миллиона человек, а на Суматре, втором по величине острове Индонезии, — около 20 миллионов, что составляет всего лишь немногим более 40 человек на 1 км².

Если передвижение по Калимантану в основном чрезвычайно затруднено из-за множества порогов, препятствующих навигации на основных реках, то на Суматре еще сохранились огромные массивы относитель-

но проходимых лесов, не заселенных и практически не используемых человеком.

Две главные реки юго-восточной Суматры — Муси и Батанг-Хари (батанг — значит река) — широки и глубоки в своем нижнем течении. Провинциальные столицы Палембанг и Джамби, расположенные на расстоянии около 40—60 км от побережья, — это крупные порты, вполне доступные для морских кораблей. Оба эти города играли важную роль в ранней истории Суматры, а город Палембанг был столицей империи Шривиджайя, процветавшей в VII—XIII столетиях. По обоим берегам этих двух больших водных артерий и в их обширных дельтах, лежащих лишь на несколько метров выше уровня моря, простираются заболоченные леса, которые составляют по площади наибольшую часть из 13 миллионов гектаров заболоченных лесов Индонезии и которые наиболее пригодны для осуществления правительственного плана строительства поселений.

На какое бы время мигранты ни селились, было бы недостаточно просто расчистить для них лес и снабдить их зерном для посевов. Сознывая, что любой проект развития связан с серьезными экологическими последствиями, индонезийское правительство создало группу специалистов в области охраны окружающей среды, которая должна спланировать и претворить в жизнь увеличение земельных и водных ресурсов. Согласно индонезийскому Плану развития на 1974—1978 годы, должен быть освоен 1 миллион гектаров заболоченных лесов.

Индонезийскому национальному комитету по программе „Человек и биосфера“ (МАН) при поддержке ЮНЕСКО было предложено подготовить и скоординировать исследования природной среды и среды обитания человека. Также перед Богорским сельскохозяйственным университетом и Бандунгским технологическим ин-

ститутотом была поставлена задача — подготовить молодые научно-исследовательские и инженерные кадры для освоения земель.

Понятие «освоение земель» охватывает главным образом 150 000 гектаров заболоченных лесов в дельте реки Муси, основные притоки которой (с запада на восток) — это Баньюасин, Теланг, собственно Муси и Упанг.

По экспериментальному проекту освоения дельты реки Упанг в 1974 году был проведен семинар, который объединил геологов, гидрологов, климатологов и ботаников. Вскоре к ним присоединились эксперты, занимающиеся практическими проблемами проекта (почвоведы, лесоводы и океанографы), а затем — специалисты по борьбе с различными насекомыми и паразитами, по рисоводству, рыболовству и агрономии. Этим преследовалась цель расширить рамки проекта, который первоначально был направлен прежде всего на превращение дельты в огромный рисоводческий район.

Исследование в дельте проводилось с экологической направленностью и выполнялось группой специалистов Богорского сельскохозяйственного университета. Работы по проекту проводились совместно с национальным комитетом по программе МАН и сектором социальных наук ЮНЕСКО.

С экологической точки зрения проект был задуман как широкомаштабный эксперимент по освоению заболоченных лесов (своего рода гигантская природная лаборатория), возможно, необходимый многим странам Юго-Восточной Азии.

Одной из главных задач было предельно тщательное изучение взаимоотношений между различными группами мигрантов и степени адаптации каждой группы к новой окружающей среде.

Было известно, что некоторые из первых переселенцев, принадлежа-

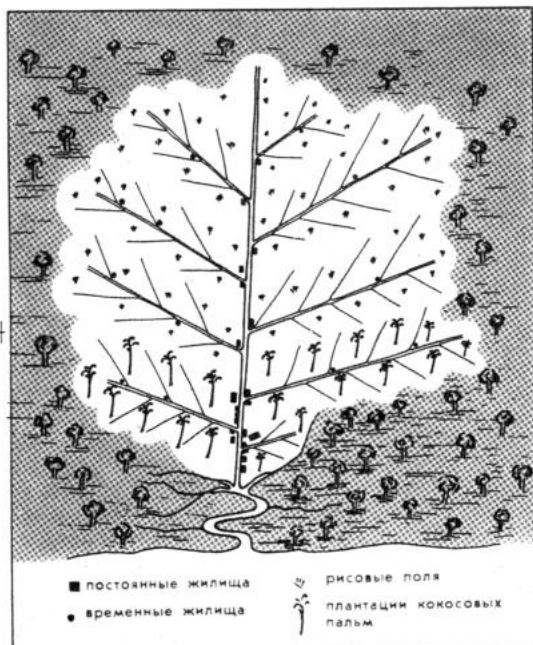
щие к народности буги, уже осели в районе дельты реки Упанг без какой-либо помощи со стороны правительства, но точное их число, система поселений, методы земледелия и подлинные мотивы миграции оставались неизвестными. Достоверным было только то, что по всему юго-восточному побережью Суматры они опередили первых мигрантов, которые переселились с помощью правительства, успешно расчистив лес, проведя ирригационные работы и занимаясь сельским хозяйством без каких бы то ни было советов, машин и капиталовложений.

После краткого предварительного исследования возникло предположение, что буги эмигрировали вследствие перенаселенности их родного полуострова на другой индонезийский остров — Сулавеси. Поначалу считали, что, расчищая лес и возделывая рисовые поля, они оказали отрицательное воздействие на окружающую среду и, когда вследствие этого урожая риса стали падать, были вынуждены перейти к созданию плантаций кокосовых пальм.

Предполагалось, что они продвигаются в лес все глубже и глубже с тем, чтобы расчистить землю под новые рисовые поля. Существовало также мнение, что буги, разбогатев в районе дельты, снова вернутся в родные места или по крайней мере что они мечтают об этом.

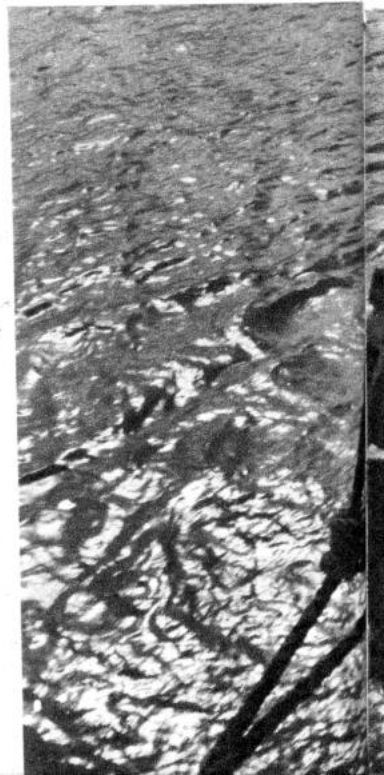
Были и некоторые опасения (незвизирая на отсутствие каких-либо твердых доказательств), что опыт буги не является лучшим примером для других переселенцев.

Однако после тщательных исследований группа специалистов из Богорского сельскохозяйственного университета пришла к совершенно иным выводам. Она установила, что буги покинули родной остров не из-за его перенаселенности или же ненадежных урожаев и что преувеличением было бы относить более низкие урожаи в районе дельты исключительно



Характер расселения

Слева: сеть дренажных каналов на заболоченной территории типичного поселения буги, иммигрировавших на Суматру с других индонезийских островов. По обе стороны от длинного прямого канала отходят к реке меньшие дренажные каналы. Сеть каналов растет по мере того, как к первым поселенцам присоединяются их родственники; каждый из них расчищает столько земли, сколько ему необходимо, чтобы вырастить достаточное количество риса для своей семьи. Обратите внимание на три зоны растительности: первозданные заболоченные леса, плантации кокосовых пальм и рисовые поля.





Наследники давней морской традиции, многие буги известны не только как фермеры, но и как умелые мореходы. За последние несколько лет флот их парусных судов, которые используются для торговли между островами, увеличился более чем в три раза. Вверху: матросы-буги танцуют на бушприте (река Батанг-Хари, Суматра). Внизу: судовой кок просеивает рис. Справа: «Свистать всех наверх, с якоря сниматься!»

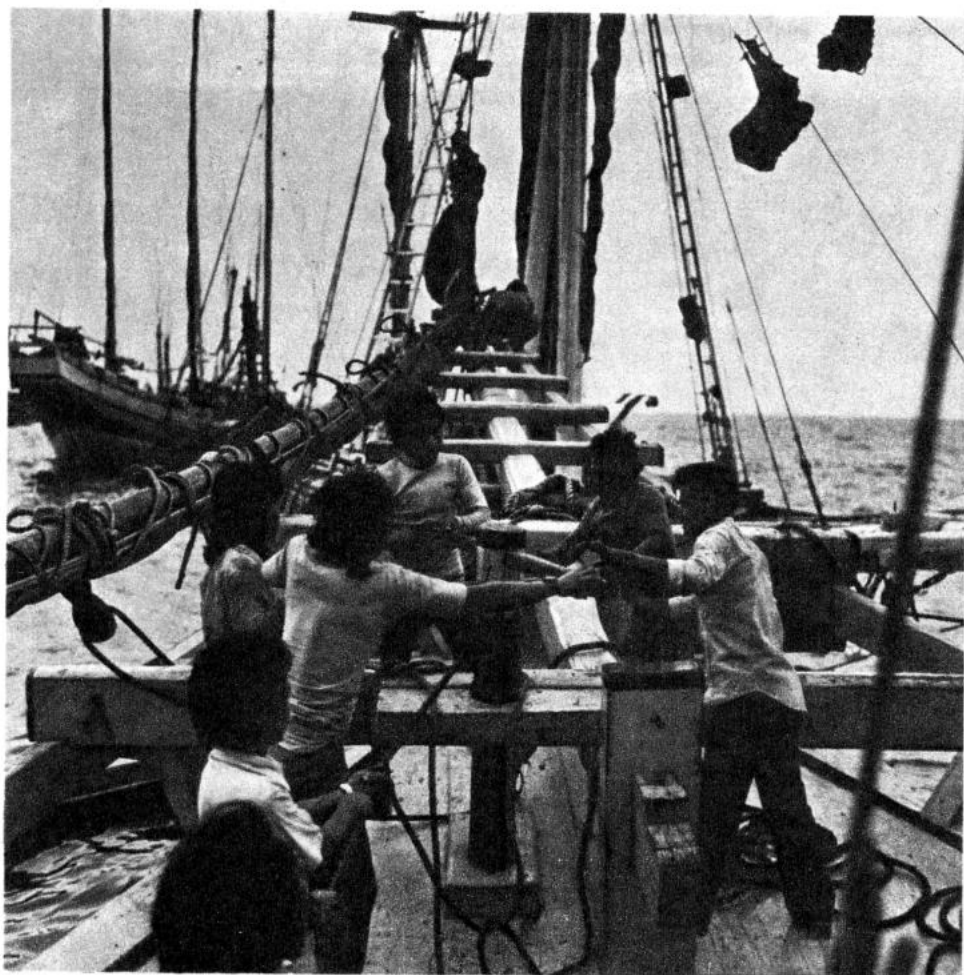


Фото © Ж. Брос, Париж



Фото © Ж. Брос, Париж

Несмотря на то что многие буги иммигрировали на Суматру совсем недавно, их ценят как фермеров настолько высоко, что даже коренные жители некоторых старых деревень Суматры, таких, например, как Сунгчанг (фото вверху), обращаются к ним за помощью в превращении близлежащих заболоченных лесов в рисовые поля. Внизу: флотилия судов буги в Палембангском порту (Суматра).



за счет того, что интенсивное рисоводство истощило почву после внезапного удаления лесного покрова.

Группа специалистов обнаружила также, что чаще всего стремились домой вновь прибывшие, а не их предшественники.

Наконец, исследователи вынуждены были признать, что причиной упорядоченной и дисциплинированной обстановки в поселениях буги было не их врожденное признание традиционной иерархии (которое на практике превращалось в послушание), а взаимоотношения между новыми поселенцами и их предшественниками, построенные почти по принципу передачи знаний от отца к сыну. Особенно ценились знания их старейшины, так называемого «главы канала». Специалисты отметили также, что упорный постоянный труд земледельцев способствовал наиболее высоким урожаям. Старейшие дренажные системы — самые чистые, а земли, расчищенные в самом начале, дают наибольшие урожаи.

Но есть и другая интересная сторона деятельности буги. Они оставили свой след в истории Малайско-Индонезийского архипелага не только как поселенцы, но и как навигаторы. На языке буги мигрант называется «пасомпе», что буквально означает «тот, кто отправляется в плавание под парусами».

Трудно указать точно, когда началась для буги их давняя традиция первопроходцев, однако многие историки считают наиболее вероятной датой 1669 год, когда под натиском голландцев пала крепость Макасар на острове Сулавеси.

Это событие толкнуло буги к поискам убежища в устьях ближних и дальних рек, где они основали несколько султанатов, таких, как Кутей, Селангор, Джохор и Риау, из которых большинство процветает и поныне. Но еще до этого буги проявили себя как мудрый и сильный народ. В 1638 году, например, премьер-министр Макасара вел переговоры на латыни, а в 1640 году принц, решивший отправиться воевать, мог построить 40 джонок менее чем за 40 дней и отплыть на галере с 400 гребцами. В 1655 году один из султанов командовал флотом, насчитывающим 1183 джонки.

Войны в Европе и их последствия сказались на районе Малайских проливов и замедлили развитие народа буги в начале XIX века, но по-настоящему они стали утрачивать свое влияние только в начале нынешнего столетия.

С того времени морское могущество буги надолго пришло в упадок; только в 1970 году они начали строить новый флот, чтобы иметь возможность плавать из портов Явы в Биму на востоке и в Палембанг и Джамби на западе. В следующем году у буги было уже около 800 парусных судов, а к 1976 году — 3000 или даже больше. За этот же период времени длина этих судов была увеличена с 15 метров до 25, а то и до 30 метров; на верфях Палембанга были заложены су-

да с длиной корпуса до 40 метров и шириной до 12 метров.

Большую часть этих судов составляют прекрасные парусники, построенные по образцу бригаantin XIX века. Некоторые суда — это одномачтовый шлюп, который дешевле строить и которым легче управлять. Этот значительный флот перевозит в Джакарту лес и обычно возвращается на Суматру порожним. Такая торговля дает прибыли, которых хватает на то, чтобы обеспечить каждому члену экипажа средний годовой заработок не более 550 долларов. Однако доход буги (и матросов и земледельцев) выше, чем средний национальный доход на душу населения и, конечно, значительно выше черты бедности.

На деле буги совсем не похожи на тот традиционный образ, который о них создали: искатели морских приключений или же скитальцы-крестьяне, перебирающиеся с одного участка необдуманно выжженного леса на другой. Напротив, как моряки, которые веками бороздили морские пространства архипелага, буги постоянно с отчаянной смелостью ухватывались за любую предоставлявшуюся историей возможность добиться влияния или богатства.

Точно так же буги, как земледельцы с вековой традицией первопроходцев, всегда знали, в каком именно месте можно создать проход через густой лес, доходящий до устья реки или побережья, которые им так знакомы.

Они изучили все притоки главных рек до самых мелких протоков в прибрежных болотах. Они плыли вверх по течению и, когда достигали удачного места для поселения, сходили на берег, проверяли почву, определяли толщину торфяного слоя и решали, какие деревья нужно выкорчевать, а какие оставить.

Затем, когда они отходили уже достаточно далеко от берега реки или моря, что обеспечивало им естественную защиту от вторжения извне, они начинали рыть длинные прямые каналы с той стороны реки или прибрежной линии моря, которая была открыта для северных муссонов. Отходящие от них по обеим сторонам более мелкие дренажные каналы прорывались родными или двоюродными братьями, следовавшими по стопам первого землепроходца — «главы канала».

Со временем первоначальный и более хаотичный естественный водный путь сменялся систематизированной гидрографической сетью. Через 10—15 лет стареющий «глава канала» мог решить, следует ли прекратить выращивание риса на заливных участках с его трудоемким процессом постоянной прополки и посадки и заменить выращивание риса посадкой кокосовых пальм, которые приносят плоды каждые три месяца.

К тому времени жилище старейшины и его первый канал могли быть окружены постоянными жилищами его соратников-землепроходцев. В ре-

зультате этого всем вместе становилось все меньше и меньше работ по возделыванию земли, а задача по расчистке леса возлагалась на более молодых родственников, если этого требовало увеличение численности населения. Так, шаг за шагом лес уступает место рисовым полям, а они в свою очередь сменяются плантациями кокосовых пальм, которые постепенно создают новый лесной покров. Этот процесс сейчас достиг своей заключительной стадии на юго-западном побережье Риау и Джохора по обеим сторонам Малаккского пролива.

Многие буги меняют свою профессию моряков на земледельцев, а затем снова становятся моряками. И моряков и земледельцев можно встретить в любой семье, по крайней мере среди буги Боне на юге Сулавеси. Это одна из главных причин преуспевания буги, переселившихся на южное побережье Суматры. Знание морского дела и крестьянского труда, связанных с использованием легкой и гибкой технологии, в каждой семье и каждым представителем этого народа позволяет любому буги легко и быстро вступать в контакт со своими соплеменниками и принимать участие в жизни любой общины, где бы он ни оказался.

Изучение населения дельты реки Упанг — чрезвычайно оригинальное начинание, знаменующее собой важную веху в пока еще молодой науке об экологической среде человека. ■

Глобальная обеспеченность водой (Продолжение со стр. 9)

крупномасштабные вмешательства в природу могут повлечь за собой непредвиденные неблагоприятные последствия, вплоть до изменения углового вращения Земли и климата планеты. Выполненные в СССР исследования и расчеты показывают, что эти опасения необоснованны. Если сравнить объемы намечаемых перебросок стока с объемом воды, участвующей во влагообороте в атмосфере (около 12 900 км³), то они все же составляют ничтожную его долю. Однако возможны определенные локальные изменения водного режима, баланса и качества вод.

На современном этапе человеческого общества — а в еще большей мере в будущем — невозможно рационально использовать природные воды, сохранять и улучшать их качество, в конечном итоге — эффективно управлять водными ресурсами, если не развивать гидрологическую науку, не расширять значительно изучение природных вод, не повышать уровень знаний о явлениях и процессах, происходящих в гидросфере, а также механизмы взаимосвязи всех видов природных вод, их взаимодействия с другими элементами окружающей среды.

В связи с обострением водной проблемы во многих странах мира

XIII Генеральная конференция ЮНЕСКО (1964) приняла глобальную программу международного научного сотрудничества — Международное гидрологическое десятилетие (МГД), включавшую более 60 проектов, в разработке которых участвовали ученые из 108 стран мира, а также правительственные и неправительственные международные организации.

ЮНЕСКО и ее государства — члены проявили большую дальновидность, учредив МГД — одно из самых крупных мероприятий (по своим масштабам, научному и практическому значению) в международном сотрудничестве по изучению природы в интересах человечества.

Опыт стран — участниц МГД по основным проблемам гидрологии обобщен в многочисленных трудах научных конференций, симпозиумов и семинаров, в международных руководствах и других публикациях. И хотя было сделано немало, выполнение программы МГД показало, что решены далеко не все проблемы — разработка многих из них, скорее, была только начата. Поэтому уже с 1975 года, сразу же после окончания МГД, под эгидой ЮНЕСКО и при активном участии стран и международных организаций начала осуществляться новая обширная долгосроч-

ная программа международного сотрудничества — Международная гидрологическая программа (МГП). Предусматривается обмен опытом в области сбора, обработки и анализа гидрологической информации; разработка физических и математических моделей гидрологических явлений и процессов, как естественных, так и изменяющихся под влиянием антропогенных воздействий; дальнейшее совершенствование методов гидрологических расчетов и внедрение информации в автоматизированные системы управления водными ресурсами; применение новых современных методов и технических средств изучения водных ресурсов (спутников, радиолокационной техники и других); содействие подготовке научных и инженерно-технических кадров гидрологов.

Залогом успешного решения проблемы воды на Земле является все расширяющееся международное сотрудничество ученых всего мира, активно участвующих в Международной гидрологической программе ЮНЕСКО, выполняемой в тесном сотрудничестве с ВМО, ЮНЕП, МАГАТЭ, ФАО, МАГН и с другими правительственными и неправительственными международными организациями. ■

Реки текут вспять (Продолжение со стр. 24)

независимость по льду замерзшей Нью-Йоркской гавани перевозили пушки. Таких сильных морозов в XX веке здесь не отмечалось. Даже необычно суровая зима 1976 года показалась бы мягкой по сравнению с обычными условиями 1776 года. И все же ныне тенденция к похолоданию становится более ощутимой. Так, среднее количество дней, в течение которых можно вырастить урожай в Северном полушарии, с начала этого века заметно сократилось.

Гидрология может явиться тем средством, которое позволяет восстановить тенденцию к потеплению. Например, осуществление выдвинутого в Советском Союзе водохозяйственного проекта в бассейне Енисея позволило бы обеспечить стабильность климатических условий на большей части Сибири. Различные районы этого довольно неприятного сегодня края стали бы крупными центрами высокопроизводительного сельскохозяйственного производства.

Однако при этом возможно возникновение и других тенденций, характер которых до конца еще не ясен. Потепление климата в районе Арктики может каким-то образом сказаться на состоянии ледового покрова на Крайнем Севере. Каково будет воздействие этого явления, сейчас невозможно предсказать. Выпадение снега в Арктике либо увеличится, либо уменьшится, а это повлечет за собой рост либо сокращение ледового покрова.

Такая неопределенность вызывает естественную реакцию: «Лучше оставить все как есть, зачем рисковать? Если ледовая шапка начнет расти, большие площади обрабатываемых ныне земель обратятся в пустыню; если, напротив, она станет сокращаться в результате таяния, то уровень океана поднимется и прибрежные города окажутся под угрозой затопления. Это слишком опасно, и потому, конечно, никто всерьез не намерен осуществлять такое мероприятие».

И тем не менее без проектов подобного рода будет невозможно управлять водными ресурсами. Многие климатологи полагают, что мы уже вступили в преддверие новой эпохи оледенения, а некоторые ученые вполне серьезно полагают, что наступление ледников не началось до сего времени только по той причине, что на Земле в результате деятельности людей вообще стало несколько теплее. Имеется в виду не столько непосредственный, от сжигания большого количества топлива, эффект, сколько косвенное воздействие человеческой деятельности, которое выражается в увеличении содержания двуокиси углерода в атмосфере, в результате чего она поглощает больше теплового излучения Солнца.

Иные, наоборот, считают, что ды-

мовые выбросы в атмосферу — результат деятельности людей, и они снижают количество лучистой энергии, поступающей на Землю, и тем самым способствуют охлаждению нашей планеты. Наконец, есть даже ученые — правда, их немного, — полагающие, что эти факторы нейтрализуют друг друга — двуокись углерода вызывает увеличение поглощения тепла, а дымовые частицы, наоборот, повышают отражательную способность атмосферы.

Следует упомянуть здесь и о другом, вызывающем еще большие опасения обстоятельстве. Как показывают полученные к настоящему времени многочисленные данные, Солнце не всегда излучает одно и то же количество тепла и света. Многолетние исследования солнечных пятен показывают, что у Солнца имеются продолжительные «спокойные» периоды, когда такие пятна вообще отсутствуют. Это, конечно, сказывается на интенсивности излучения Солнца.

Таким образом, выясняется, что в распоряжении природы есть великое множество средств менять наш климат. А возможности человека лишь недавно стали достаточно велики для того, чтобы вообще оказывать какое-либо реальное воздействие на климат.

В этом и таится главное, вокруг чего идет сейчас спор. Должны ли мы стремиться к созданию средств, способных обеспечить переброску больших объемов воды — больших, но все-таки ни в какой мере не сравнимых с теми количествами, которые были сосредоточены в ледниках, не так уж много столетий назад покрывавших целые континенты? Или мы должны спокойно наблюдать, как природа будет изменять климат?

Предположим, что мы пойдем вперед по первому пути. Тогда первыми из возможных проектов такого рода могли бы стать проект Североамериканского гидроэнергетического объединения и советский проект переброски значительной части стока реки Печоры в бассейн Волги.

Советский проект предусматривает: орошение 10 миллионов гектаров земли; производство 3 миллиардов киловатт-часов электроэнергии, предотвращение от усыхания Каспийского моря, а также от связанного с этим повышения солености его вод. Печорская вода пойдет также в Азовское море и восстановит прежнюю степень солености данного бассейна.

Американский проект, воздействие которого скажется на трех странах, тоже ставит перед собой обширные цели; он позволит превратить пустыни в сельскохозяйственные районы и даст возможность «промыть» Великие озера, вернуть им чистоту вод, которой они славились до эпохи индустриализации.

Нетрудно понять и климатические

последствия этих проектов. В первом случае увеличение воды в Каспии и Азовском море приведет к увеличению испарения и, следовательно, к увеличению количества осадков в районах, расположенных к востоку от них. При этом следует учесть, что эти районы питаются водой рек, бассейны которых вовлекаются в проект, что в свою очередь позволит восстановить баланс вод. Возможные климатические изменения выразятся главным образом в том, что приведут к восстановлению тех условий, которые существовали в этом регионе до начала его промышленного развития.

Следствием американского проекта также будет, очевидно, восстановление на озерах и прилегающих территориях условий, существовавших здесь до индустриальной эпохи и начала сельскохозяйственного освоения района. И американский, и советский проекты обеспечат также необходимое количество воды для орошения и тем самым будут способствовать сохранению почв, которые сейчас, в результате интенсивной распашки, в засушливые годы сильно подвержены ветровой эрозии.

Но помимо этих выгод, мы получим и иное — новые знания. Хотя кое-кому сама идея эксперимента с погодой и климатом может показаться вызывающей, излишне говорить о том, что сама природа тоже «экспериментирует», и ее эксперименты совершенно не поддаются контролю. Сегодня мы имеем достаточно технических средств, чтобы добиться необходимых нам изменений. Мы можем проследить за климатическими эффектами американского и советского проектов, а затем увидеть, что происходит с погодой при переброске больших количеств воды.

А это сделает возможным осуществление еще более масштабных начинаний. В Советском Союзе изучение проблем, связанных с переброской вод из бассейна Енисея, пока еще в стадии предварительного планирования. И это вполне разумно. Ведь создание внутреннего моря в непосредственной близости к Арктике могло бы оказать значительное влияние на климат не только азиатской части Советского Союза, но и на другие регионы мира. Было бы, конечно, безрассудно выделять огромные средства на финансирование столь крупного проекта, не зная хорошо, в чем именно выразятся его последствия. Но когда-нибудь такой проект станет необходимым.

Ни Солнце, ни Земля не остаются неизменными, меняется на протяжении тысячелетий и климат. Нам, несомненно, предстоит пережить такие перемены, и многое указывает на то, что это будут перемены к худшему, если мы не постараемся их предотвратить. А сделать это мы можем. ■

ХРОНИКА ЮНЕСКО

Ликвидация оспы в Азии

По свидетельству комиссии экспертов в области медицины из 9 стран, в Азии ликвидирована оспа. Комиссия подписала свой заключительный документ об искоренении оспы после анализа исследований, проводимых в течение двух лет. Д-р Халфдан Малер, Генеральный директор Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), заявил, что результаты, полученные в Азии, дают возможность не проводить в мире вакцинацию против оспы после 1980 года. Для мирового сообщества это сэкономит ежегодно около 2 миллиардов долларов.

Саба спасает черепах

Знаменитые Черепаховые острова в северной оконечности Саба (Восточная Малайзия) стали национальным заповедником. В этом месте, представляющем огромную ценность для специалистов, теперь запрещен лов траулерными судами.

Телевидение Австралии, работающее с помощью солнечной энергии

В Австралии 13 ретрансляционных станций телефонной, телевизионной и телеграфной линий связи будут работать с помощью солнечной энергии. Каждая ретрансляционная станция будет принимать сигналы телефонной, телевизионной и телеграфной связи и, усиливая их, передавать следующей станции, расположенной от нее примерно в 45 км.

В Австралии уже насчитывается более 40 систем, работающих с помощью солнечной энергии и осуществляющих телефонную связь в отдаленных районах.

Во имя сокращения нехватки продовольствия

Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО) создала новый фонд (10 миллионов долларов) с тем, чтобы снизить нехватку продовольствия в развивающихся странах. На средства фонда будут разработаны проекты по снижению потерь урожая зерна, корнеплодов и клубнеплодов с помощью технически оснащенных хранилищ, приспособленных для сельских районов. Предполагают, что к

1985 году подобное мероприятие сократит такие потери по крайней мере на 50%.

Компьютер и мозг человека

Вряд ли компьютер сможет когда-либо воспроизвести интеллект человека, пишет советский ученый Николай Амосов в статье, опубликованной в последнем номере ежеквартального журнала ЮНЕСКО «Воздействие науки на общество» и посвященной проблемам мозга, памяти и обучения. В этом номере журнала рассматриваются и другие вопросы: сон, понимание языка и роль «плацебо» в терапии.

Посадка деревьев с целью развития

Агентство США по международному развитию приступило к исследованиям на Филиппинах, в Индонезии и Непале, с тем чтобы оказать помощь этим странам при разведении ими плодовых деревьев, дающих постоянный урожай через 3—4 года после посадки. Деревья эти обеспечат население домашним топливом и кормом для скота; кроме того, посадки таких деревьев создадут занятость для рабочей силы, а также явятся источником энергии для сельской индустрии и поставщиком леса для бумажной и других отраслей промышленности.

Испанскому языку — 10 столетий

30 января 1978 года в штаб-квартире ЮНЕСКО состоялась торжественная церемония, на которой отмечалось тысячелетие самого раннего текста, написанного на испанском языке (известного также как кастильский), на котором сегодня говорят около 300 миллионов человек. Ученый секретарь Испанской королевской Академии Рафаэль Лапеса дал анализ истории языка, начиная от пометок на полях латинской рукописи, сделанных неизвестным монахом в 977 году н. э., и кончая работами современных широко известных испанских и испаноамериканских авторов. По окончании церемонии была открыта выставка испанской литературы. В своем двоянном номере (сентябрь-октябрь 1977 г.), посвященном Латинской Америке, «Курьер ЮНЕСКО» опубликовал статью аргентинского филолога Маркоса А. Мориниго об истории испанского языка.

Государства Средиземноморья против загрязнения морей

Ученые 78 лабораторий в 18 странах Средиземноморья, работающие совместно по контролю над степенью загрязнения Средиземного моря, установили, что в нем содержится около половины сбрасываемых в Мировой океан дегтя и нефти, а оно составляет лишь 1% водной поверхности нашей планеты. Межправительственная океанографическая комиссия ЮНЕСКО также принимает участие в этом небывалом примере сотрудничества средиземноморских стран.

Музей истории в Саудовской Аравии

Значение Аравии, играющей важную роль посредника между Востоком и Западом, наглядно представлено в новом Музее археологии и этнографии в Эр-Рияде (Саудовская Аравия). Представленные в музее экспонаты, в том числе уникальные (датированные четвертым тысячелетием до н. э. и обнаруженные в восточной провинции страны сотрудниками Отдела древностей Саудовской Аравии), рассказывают о каменном веке и о совсем еще недавнем прошлом.

Коротко...

■ Сенегал предполагает внести в течение пяти лет 1 миллион долларов в государственный фонд Университета ООН.

■ ЮНИСЕФ выделил в виде специальной помощи 1,2 миллиона долларов жертвам засухи на Гаити.

■ 7-й Всемирный конгресс по проблемам умственной неполноценности состоится в Вене (Австрия) с 1 по 6 октября 1978 года.

■ Таиланд разрабатывает общегосударственный план по сохранению природных заповедников.

■ По данным ФАО, выпуск продовольственной продукции в мире возрос в 1977 году всего лишь на 1,5%, в то время как народонаселение планеты увеличилось на 2%.

■ Как полагают, к 1980 году производство белка из одноклеточных водорослей составит более 1 миллиона тонн, что равно примерно белку, содержащемуся в соевых бобах на 1 миллионе га земли.

Научный консультант номера кандидат географических наук В. И. КОРЗУН

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР РУССКОГО ИЗДАНИЯ
Т. Ю. СОЛОВЬЕВА-МАМЕДОВА

Адрес русской редакции: 119021, Москва, Г-21, Зубовский бульвар, 21, т. 247-18-40

Ордена Трудового Красного Знамени Московская типография № 2 Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли. Зак. 1593

Кругом вода

Хотя вода имеется в изобилии на нашей Земле, лишь незначительная ее часть (приблизительно 0,01%) представляет собой пресную воду, доступную для людей в проточных реках, озерах и болотах. При растущих потребностях человечества в воде нехватка пресной воды хорошего качества может стать критической даже в тех районах, водные ресурсы которых прежде считались неисчерпаемыми.

