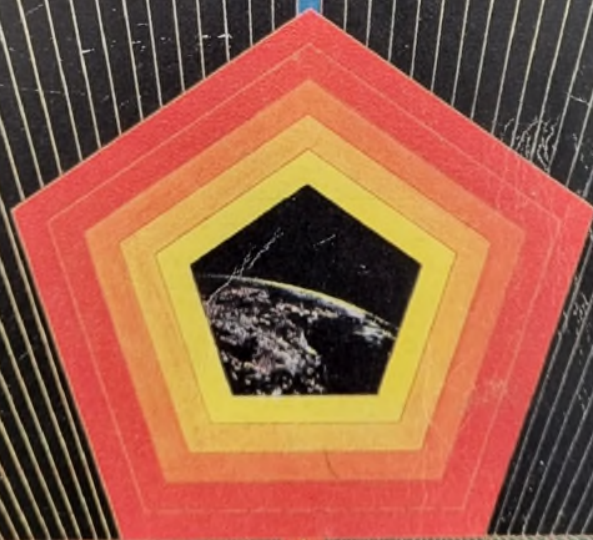


КУРЬЕР ЮНЕСКО

АВГУСТ 1981



Энергия
2000



**СОКРОВИЩА
МИРОВОГО
ИСКУССТВА**

Индия

Солнцеклонник в цветке лотоса

Солнце, всегда служившее объектом поклонения для человечества, породило бесконечное множество традиций, культов, философских течений и произведений искусства. Круговой орнамент, представляющий лотос в полном цвету, посвящен золотому светилу — источнику жизни. Фигура в центре, несомненно, солнцеклонник. Этот барельеф, хранящийся ныне в Индийском музее в Калькутте, когда-то украшал портал большой ступы Бхархута (Индия), датированной II в. до н. э.

Photo © Giraudon, Paris

Русском	Тамили	Корейском
Английском	Иврите	Суахили
Французском	Персидском	Македонском
Испанском	Голландском	Сербско-
Немецком	Португальском	хорватском
Арабском	Турецком	Словенском
Японском	Урду	Хорватско-
Итальянском	Каталанском	сербском
Хинди	Малайзийском	Китайском

Шрифтом Брайля ежеквартально публикуется подборка статей на английском, французском и испанском языках

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

Ежемесячный иллюстрированный журнал «Курьер ЮНЕСКО» выходит 11 выпусками в год (один раз в год — двоянный 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. Подписи к фото и заголовки готовятся сотрудниками редакции.

Адрес главной редакции
ЮНЕСКО, ФРАНЦИЯ, Париж, 75700,
Плас Фонтенуа

Главный редактор
Жан Годэн

Заместитель главного редактора
Ольга Родель

Ответственный секретарь
Джиллиан Уиткомб

Помощники главного редактора
русский яз.: Виктор Голячков (Париж)
английский яз.: Говард Брабин (Париж)
французский яз.:

испанский яз.: Ф. Фернандес-Сантос (Париж)
немецкий яз.: Вернер Меркли (Берн)
арабский яз.: Абдель Монеим Эс-Сауи (Каир)
японский яз.: Кадзуо Акао (Токио)
итальянский яз.: Мария Ремидди (Рим)
язык хинди: Кришна Гопал (Дели)
язык тамили: М. Мохаммед Мустафа (Мадрас)
язык иврит: Александр Бройдо (Тель-Авив)
персидский яз.: Самад Нурунеджад (Тегеран)
голландский яз.: Поль Моррен (Антверпен)
португальский яз.: Бенедикто Силва
(Рио-де-Жанейро)

турецкий яз.: Мефра Ильгазер (Стамбул)
язык урду: Хаким Мохаммед Саид (Карачи)
каталанский яз.: Хоан Каррерас-и-Мартин
(Барселона)

малайзийский яз.: Бахадор Шах (Куала-Лумпур)
корейский яз.: Лим Мун Ян (Сеул)
язык суахили: Домино Рутаэбесибава
(Дар-эс-Салам)

издания шрифтом Брайля: Ф. Поттер (Париж)
македонский, сербско-хорватский, словенский,
хорватско-сербский языки: Пуниша Павлович
(Белград)

китайский яз.: Шень Гофень (Пекин)

Литературные редакторы

английский яз.: Рой Мэлкин

французский яз.:

испанский яз.: Хорхе Энрике Адоум

Документация: Кристиан Буше

Иллюстрации: Ариен Бейли

Оформление: Филипп Жантий

4 ОВЛАДЕТЬ ЭНЕРГИЕЙ

Амаду-Махтар М'Боу

6 К НОВОМУ СОЧЕТАНИЮ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Энрике В. Иглесиас

9 ГРАНИ ПЕРЕМЕН

Все пути к устойчивой мировой энергетической системе ведут через «глобальное сотрудничество»

Вольфганг Сассин

10 МНОГОЛИКАЯ ЭНЕРГИЯ

13 КАК СОЗДАТЬ УСТОЙЧИВУЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКУЮ СИСТЕМУ

14 РАЗВИВАЮЩИЕСЯ СТРАНЫ ТРЕБУЮТ МЕСТА ПОД СОЛНЦЕМ

Абду Мумуни Диоффо

17 ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ МИРА

Зоран Зарич

18 Ископаемое топливо

21 Ядерная энергия

23 Геотермальная энергия

24 Энергия приливов, волн, ветра

27 Гидроэнергия и тепловая энергия океанов

29 Солнечная энергия

31 Солнечное топливо

19 ПОДГОТОВКА КАДРОВ И ИНФОРМАЦИЯ ОБЩЕСТВЕННОСТИ

Джеймс Ф. Мандивитт

20 В ПОИСКАХ ЕДИНОЙ ПРИРОДЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ФОРМ ЭНЕРГИИ

Абдус Салам

23 НОВЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ: СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Борис М. Берновский

29 СОЛНЕЧНУЮ ЭНЕРГИЮ САХЕЛЯ НА СЛУЖБУ ЧЕЛОВЕКУ: ИССЛЕДОВАНИЕ ЮНЕСКО

32 БРАЗИЛЬСКИЕ ПЛАНТАЦИИ ГОРЮЧЕГО

Бенедикто Силва

33 ИНДИЯ: БИОГАЗ И ТРАДИЦИИ

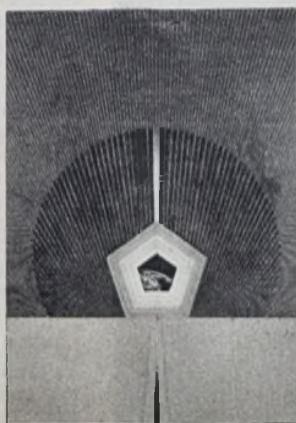
Тушар Нанти Мулик

2 СОКРОВИЩА МИРОВОГО ИСКУССТВА

Солнцепоклонник в цветке лотоса (Индия)

Обложка

Настоящий выпуск журнала «Курьер ЮНЕСКО» посвящен мировым энергетическим проблемам и необходимости осуществить плавный переход к новому сочетанию источников энергии, который бы уменьшил зависимость от истощающихся запасов ископаемого топлива. Эта проблема бросает вызов не только современной технологии, но и международному сотрудничеству и солидарности, поскольку энергетический кризис, который охватил весь мир, накладывает непропорционально тяжелое бремя на развивающиеся страны, стремящиеся оплатить стоимость развития в условиях непрерывно растущих цен на энергию. ЮНЕСКО непосредственно занимается мировыми энергетическими проблемами и принимала участие в Конференции ООН по новым и возобновляемым источникам энергии, проходившей в Найроби (Кения) 10—21 августа 1981 г.



Cover design Nagai Kazumasa
© Graphic Desing Associates,
Tokyo

Овладеть

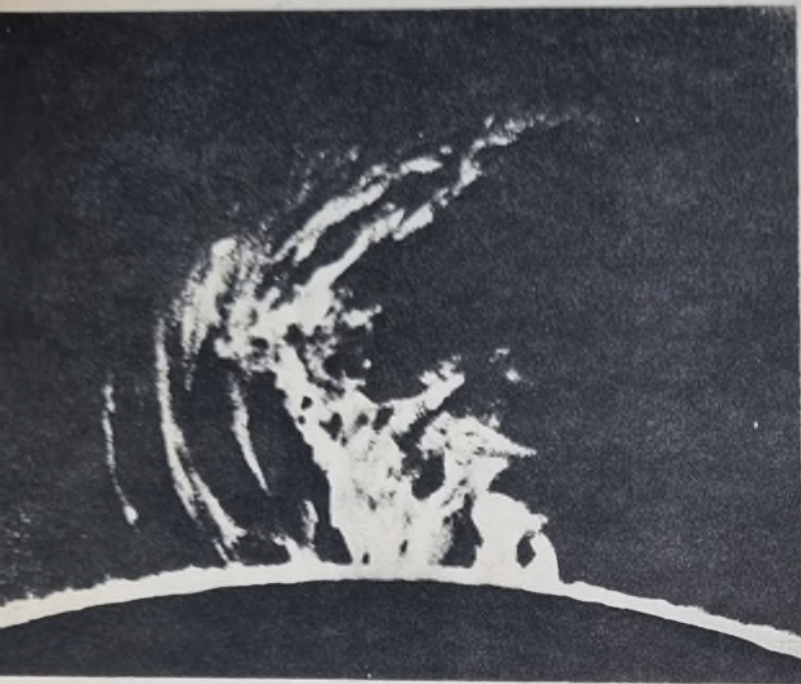
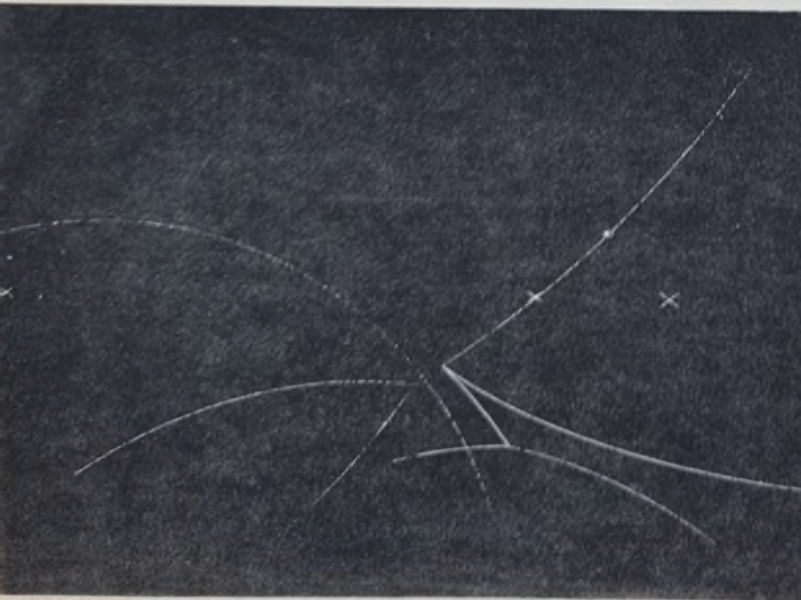


Photo © IPS, Washington, D. C.



Photo J. Bicket © The Image Bank, Paris,



Энергия всегда играла важную роль в жизни человеческих обществ. Все виды деятельности человека связаны с затратами энергии, и поэтому история энергетики — от тягловых животных до ядерного распада — переплетается с историей человечества, во многих отношениях являясь путеводной нитью. На протяжении веков производству энергии предшествовало развитие научной мысли, и доступные виды энергии, а также способы ее использования нередко оказывали непосредственное влияние на общество. Другими словами, в исторической перспективе энергию следует рассматривать в контексте культуры в самом широком ее смысле.

Так, в XIX в. повсеместное использование угля в сочетании с изобретением паровой машины и достижениями в области химии и сталелитейной промышленности явилось предпосылкой к первой промышленной революции, которая полностью преобразовала в основном аграрные страны Европы, а затем и Америки. Аналогичным образом открытие электричества и бесчисленные области его применения — будь то освещение, механизация или связь — оказали глубочайшее воздействие на жизнь всего человечества и содействовали зарождению и росту крупнейших городов мира. В XX в. разработка все более быстрыми темпами других видов ископаемого топлива — нефти и природного газа — наряду с развитием гидроэнергетики и освоением энергии атома позволили промышленно развитым странам осуществить грандиозные преобразования, которые и сформировали современный мир со всеми его надеждами и противоречиями.

Если в настоящее время проблемы энергетики на международном уровне приобрели столь острый характер, что понадобилось созвать Конференцию ООН по новым и возобновляемым источникам энергии, то это, очевидно, объясняется невозможностью удовлетворить постоянно растущие мировые энергетические потребности путем продолжения эксплуатации в тех же условиях ограниченного числа энергетических ресурсов. Таким образом, перед международным сообществом стоит задача незамедлительно произвести такие структурные изменения — экономические, социальные и технические, — которые необходимы для перехода на новые источники энергии.

В настоящем выпуске показано, что ввиду условий производства и быта во многих странах уже нельзя далее удовлетворять все долгосрочные энергетические потребности из какого-то одного энергетического источника; новых же источников, способных полностью заменить существующие, не имеется. Таков итог продолжительной и слишком интенсивной эксплуатации невозобновляемых источников энергии в мире, например нефти, над которыми нависла угроза полного истощения, продиктованной экономическими соображениями, связанными главным образом с недоплатой за энергию. Изучение альтернативных решений должно быть направлено на увеличение производства энергии и проведено более широко. Уже представляется невозможным рассматривать будущее человечества без учета общемирового энергопотребления, а также необходимости радикальных перемен в энергетике в целом со всеми вытекающими отсюда последствиями для природы и общества.

Это относится ко всем странам, как промышленно развитым, так и развивающимся. И хотя возникающие в различных странах проблемы отличаются друг от друга, все эти страны должны быть заинтересованы в том, чтобы такой переход проходил гладко и при участии всех сторон. Особенно важно освоение новых, требующих меньших затрат источников энергии, которые могут использоваться почти повсеместно. Для развивающихся стран эта проблема имеет исключительное значение. Оказываясь все в более и более

энергией

Амаду-Махтар М'Боу

Генеральный директор ЮНЕСКО

неравноправном положении, они лишаются возможности мобилизации необходимых финансовых средств. Следовательно, они должны изыскивать новые ресурсы, но прежде всего им нужно получить доступ — особенно путем улучшения распространения информации — к знаниям и технике, без овладения которыми их прогресс немаловажен. Для этого страны должны объединить свои усилия в решении международных вопросов и действовать как полноправные партнеры. Переход к диверсифицированным энергетическим источникам в значительной мере связан с разработкой новой регламентации и созданием новых механизмов по снижению напряженности в мировой экономике и установлению более справедливого международного экономического порядка в духе солидарности и согласованности.

ЮНЕСКО принимает участие в этом процессе. Она не только ориентирует всю свою деятельность на создание этого нового порядка, но и является в силу своего характера наиболее подходящим органом для содействия укреплению международного научного сотрудничества, без которого невозможно дальнейшее познание окружающего мира и беспрепятственное распространение информации. Она также может помочь странам, стремящимся к разрешению своих энергетических проблем, учитывать в формулировании своей национальной политики все сопряженные с этим факторы, которые касаются таких областей, как наука, техника, образование, информация, а также социальная и культурная жизнь.

Беспрепятственное распространение научно-технической информации и обмен данными, полученными опытным путем в различных социальных, экономических и культурных условиях, могут дать решающий толчок к ускорению освоения новых и возобновляемых источников энергии, особенно в развивающихся странах. С этой целью ЮНЕСКО в настоящее время занимается созданием международной системы информации по источникам энергии, для функционирования которой потребуются не только информация по различным областям — физические науки, экология, науки о жизни, инженерно-технические дисциплины, экономика, — но также и доступ к документации по производству, планированию и подготовке кадров на всех уровнях — от преподавания в высших учебных заведениях до распространения знаний среди сельского населения. Таким образом, эта система сможет обслуживать широкий контингент потребителей — ученых и работников планирования, инженеров и преподавателей, не говоря уже о широкой общественности, без участия которой немаловажна экономика энергии или внедрение новых достижений. Создание такой системы информации, безусловно, неотделимо от активизации научных исследований, преподавания, подготовки кадров и популяризации, т. е. всех тех видов деятельности, на осуществление которых направлена программа ЮНЕСКО.

ЮНЕСКО также стремится к тому, чтобы проблемы энергии рассматривались в контексте, позволяющем уяснить всю их сложность, и поэтому всячески старается идентифицировать многочисленные нетехнические факторы (в особенности факторы социального и культурного характера), от которых зависит использование различных источников энергии. Социальный подход, который является различным для разных стран, может оказывать весьма существенное воздействие на возможность и быстроту перемен.

Не следует также забывать и об экологических проблемах, которые могут возникнуть в результате более широкого использования угля и ядерной энергии. В этой области внимание обычно обращается прежде всего либо на некоторые непосредственные факторы воздействия на здоровье людей,

либо на условия труда, либо на прямые последствия для физического состояния окружающей среды без учета более отдаленных социальных, культурных и экологических последствий, в отношении которых зачастую имеется очень мало данных и которые, если мы хотим найти для них всеобъемлющее решение, требуют более согласованных действий на международном уровне.

Проводя эти исследования и осуществляя деятельность в области энергетических проблем, ЮНЕСКО хочет, с одной стороны, содействовать усилиям каждой страны, стремящейся к развитию по своему собственному пути, а с другой — усилиям международного сообщества, стремящегося в конце XX в. достичь сбалансированного и более справедливого использования ресурсов планеты всеми народами и всеми поколениями.

Однако анализ энергетических проблем не может производиться в отрыве от исторической оценки связи между последовательными уровнями потребления энергии человечеством и эволюцией научной мысли, делающей такое потребление возможным. Механическая энергия мускулов человека и животных в течение многих веков человеческой истории была основной формой энергии и все еще продолжает оставаться таковой для многих народов современного мира. На ней зиждилось развитие земледелия и становление городских цивилизаций. В результате развития физических наук и их применения для объяснения природных явлений значение слова «энергия» постепенно расширилось: к механической энергии добавилась тепловая и электродинамическая, что позволило совершить первый гигантский шаг на пути энергетики от киловатт до мегаватт и послужило толчком к первой промышленной революции. Следующее теоретическое достижение — квантовая теория — соответствовало новому шагу вперед: использованию энергии ядерного распада. Это открытие вместе с развитием электронно-вычислительной техники в свою очередь привело ко второй промышленной революции: теперь энергия измеряется не мегаваттами, а гигаваттами. Нет сомнений, что продолжение фундаментальных исследований в области строения материи и развитие методов удаления и переработки радиоактивных отходов позволят нам подняться еще на одну ступень. Весьма перспективной областью исследований является ядерный синтез, поскольку с его помощью можно высвобождать небывало огромное количество энергии, а необходимое топливо имеется в изобилии.

Эта цепь крупных достижений в познании, которым человеческая изобретательность незамедлительно находила практическое применение, является творением гениев-одиночек, великих ученых разных эпох, достижения которых стали важными вехами в истории научной мысли. И как ускорение темпов прогресса за последние несколько десятилетий нашей эпохи было бы невозможным без длительного накопления всеобщих знаний и их преемственности во времени и пространстве, так и научно-технические достижения — будь они результатом индивидуальных или коллективных усилий — не могут в столь сложных условиях современного мира служить благосостоянию всего человечества без тесного сотрудничества между всеми теми сообществами и центрами, в которых эти знания вырабатываются и применяются. Такое интеллектуальное сотрудничество — благодатнейшая область деятельности ЮНЕСКО. Всемерно способствуя этому, добиваясь укрепления связей между учеными всего мира как в области энергии, так и в других областях, ЮНЕСКО тем самым помогает создать для человека будущее, когда у него будет достаточно знаний, чтобы высвободить силы, соразмерные его грандиозным потребностям, и достаточно мудрости, чтобы не выпускать эти силы из-под своего контроля. ■

К новому сочетанию источников энергии

*Конференция ООН
по новым и возобновляемым
источникам энергии*



Drawing © Atlantic Richfield Co., Los Angeles

Энрике В. Иглесиас

Энергия неразрывно связана с жизнью каждого человека. Проблемы энергетики затрагивают все слои человеческого общества, оказывая влияние на повседневную жизнь в каждом доме в такой же степени, как мировая политика, международная экономика и стратегии национального развития. За последние годы энергия обрела особую значимость в связи с явлением, которое

несколько неточно было названо мировым энергетическим кризисом. Три важных момента, характерных для этого кризиса, дают возможность увидеть проблему в ее правильной перспективе.

Во-первых, в начале 70-х гг. стало очевидно, что ископаемое топливо, долгое время являвшееся основой энергетического баланса современного мира, в не столь отдаленном будущем окажется исчерпанным. Впервые темпы разведки новых месторождений оказались ниже темпов роста потребления, и перед человечеством возникла реальная и научно обоснованная перспектива истощения топливных ресурсов уже при жизни следующего поколения.

Во-вторых, впервые за всю историю человечества переход на новые виды энергии будет сопровождаться

повышением экономических затрат. Эпоха дешевой энергии и низких цен на нефть миновала. Теперь энергия будет стоить все дороже и дороже, и масштабы этой проблемы предугадать невозможно.

И наконец, энергетический кризис сказался на человечестве весьма неравномерно. Охватив как промышленно развитые, так и развивающиеся страны, он особо проявил себя в отношении последних. Этим странам придется осуществлять свое экономическое развитие и модернизацию при гораздо более высоких ценах на энергию, чем те, которые в свое время платили промышленно развитые страны. Это, несомненно, ставит перед международным сообществом проблему равенства и солидарности, что должно стимулировать международное сотрудничество.

ЭНРИКЕ В. ИГЛЕСИАС (Уругвай) — генеральный секретарь Конференции ООН по новым и возобновляемым источникам энергии, проходившей в Найроби 10—21 августа. С 1972 г. является исполнительным секретарем Экономической комиссии ООН для Латинской Америки.

ООН, смысл существования которой заключается в организации международного сотрудничества с целью решения общих для всего человечества проблем, обладает исключительными возможностями для обсуждения и претворения в жизнь мероприятий в области энергетики.

Поэтому в декабре 1978 г. Генеральная Ассамблея пригласила правительства всех стран принять участие в конференции (10—21 августа 1981 г.) в Найроби для выработки согласованных мер по освоению и использованию новых и возобновляемых источников энергии в целях удовлетворения общих энергетических потребностей в будущем, в частности в контексте усилий, направленных на ускорение развития стран «третьего мира». Эти меры отражены в Программе действий, одном из основных документов конференции.

Необходимо подчеркнуть следующий факт, имеющий огромное политическое значение. Впервые в истории человечества предстоящий переход на новые виды энергии требует от международного сообщества коллективной разработки и обсуждения возможных альтернатив. Это позволит после конференции предпринять шаги по достижению нового сочетания видов энергии в мире, которое было бы основано на разветвленной и диверсифицированной структуре имеющихся энергетических источников и могло бы обеспечить перспективу мира и безопасности. И здесь уместно будет назвать пять основных черт этого энергетического перехода.

Первая черта — его неизбежность. Потребление нефти как общемирового энергетического ресурса будет и впредь играть немаловажную роль, хотя значение ее к концу текущего столетия будет постепенно снижаться. Спрос на нефть в промышленно развитом мире будет оставаться высоким. Ожидается, что он возрастет примерно на 50% и тем самым в 4—5 раз превзойдет нынешний спрос развивающихся стран, которые нуждаются в источниках энергии для ускорения процесса своего развития и роста.

Все это произойдет независимо от того, изберут ли страны политику сохранения ресурсов или политику активных капиталовложений. В будущем столетии роль нефти в мировой структуре энергопотребления упадет настолько, что возникнет необходимость нового сочетания источников энергии. Эта проблема неизбежно

встанет как перед промышленно развитыми, так и развивающимися странами.

Вторая черта — наличие реальной основы для такого перехода. Сегодня нельзя сказать, что в мире не хватает энергетических ресурсов. Проблема не в этом, а в потенциальной ограниченности некоторых видов топлива, в основном жидкого. Эксперты неоднократно указывали, что энергетические ресурсы существуют, и подчеркивали, что подлинная проблема — это капиталовложения в техническую оснащенность и производство. По их мнению, какого-то единого альтернативного источника энергии, который существовал ранее, больше не будет, и мы должны будем опираться на сочетание многих источников.

Третьей чертой нового энергетического перехода является его большая сложность по сравнению с прошлыми энергетическими переходами, и сложность эта в основном объясняется тем, что на протяжении многих десятилетий человечество искусственно поддерживало низкие цены на ископаемое топливо и что теперешний рост цен является следствием процесса, который чреват серьезными осложнениями. В краткосрочной перспективе проблемы платежного баланса, дисбаланса в энергетических расходах и импорта инфляции будут особенно остро ощущаться в тех развивающихся странах, которые даже не смогли компенсировать свои потери путем расширения экспорта и задолженность которых продолжает возрастать.

Более важным, однако, является то, что при таком переходе на долю энергетических расходов будет приходиться все больше и больше средств, отпускаемых для капиталовложений. А это в свою очередь неизбежно приведет к острой конкуренции между капиталовложениями в энергетику и в другие социально-экономические области. Некоторые развивающиеся страны могут быть вынуждены фактически приостановить капиталовложения в энергетику, что поставит под весьма серьезную угрозу их будущее развитие.

Четвертая характерная черта энергетического перехода — это различные степени срочности его осуществления. Мир, по-видимому, стоит перед лицом энергетического перехода, который будет по-разному проявляться в современном секторе мировой экономики и в традиционном секторе. Для современного сектора энергетический

переход будет означать сложнейшую техническую проблему освоения целого ряда различных источников энергии. И если следовать историческому оптимизму и учитывать достижения человечества в области энергетики за прошедшие десятилетия, то нет никаких оснований для пессимизма: мир, особенно его современный сектор, неизбежно найдет пути для успешного осуществления энергетического перехода. Совершенно по-иному складывается ситуация для традиционного сектора, куда входят в основном развивающиеся страны. В сельских районах большинства этих стран население до сих пор использует дрова или древесный уголь, и там еще не осуществлен даже первый энергетический переход.

И наконец, пятой чертой нового энергетического перехода, по моему мнению, является эффективность использования энергии — основополагающий элемент такого перехода. Эту тенденцию можно легко подметить в промышленно развитых странах, где в последние годы были предприняты весьма похвальные усилия по экономии энергии. Тем не менее предстоит сделать еще многое для более эффективного использования первичной энергии. И если эксперты утверждают, что до конечного потребителя доходит лишь 15% первичной энергии и что 70—80% ее теряется в процессе передачи, то тут, несомненно, есть возможности для рационализации. И это относится не только к промышленно развитым, но и развивающимся странам.

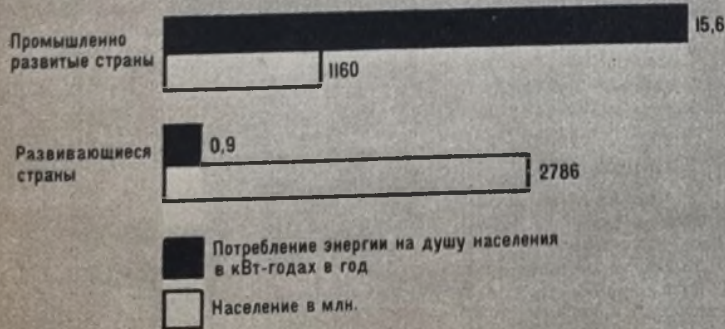
Поэтому конференция рассмотрела в качестве своей первоочередной задачи возможные пути энергетического перехода с учетом этих пяти основных черт. Другая не менее важная задача — рассмотрение энергетического перехода в контексте потребностей развивающихся стран. И именно здесь необходимо учитывать стратегию развития придает энергетическому переходу новое значение.

В этом контексте новые и возобновляемые источники энергии могут сыграть существенную роль. Однако более широкий доступ развивающихся стран к энергетическим запасам *всех видов* имеет решающее значение для ускорения их развития и совпадает с задачей более справедливого распределения экономических возможностей между странами.

Ясно одно — преобладающие ныне пути развития не могут быть обеспечены энергией ни в развитых, ни в развивающихся странах на основе существующих энергетических систем. Недавние исследования показали, что, хотя обычно прослеживается прямая и четко выраженная взаимосвязь между уровнем развития страны и объемом потребляемой ею энергии, могут быть разработаны такие стратегии развития, которые требовали бы меньших затрат энергии, чем это было в прошлом. Для всех стран необходимо разрабатывать новые энергетические системы, основанные на большей диверсификации и самообеспечении и на гораздо более эффективном использовании источников энергии. Может оказаться, что сделать это легче в развивающихся странах, где существует более широкий диапазон альтернатив, поскольку они не скованы традиционными промышленными инфраструктурами.

Найти ответ на данный вопрос в рамках своей собственной стратегии развития и политики в области энергетики — это одновременно и неотъемлемое право и уникальная возможность для каждой страны. Кроме то-

Население мира и потребление энергии, 1975



Based on IIASA data



Photo © G. Nalgeon, Paris

го, это и благородный вызов международному сообществу, которое с чувством ответственности и солидарности должно найти пути оказания помощи развивающимся странам в их поисках основных энергетических поступлений, которые необходимы для ускорения их экономического и социального развития.

Тогда каким же образом можем мы довести до сознания людей в развивающихся странах необходимость готовиться и стремиться к такому энергетическому переходу, чтобы в этом был одновременно и элемент новизны и гарантия обеспечения энергией, необходимой для развития? Я считаю, что прежде всего необходимо подчеркнуть следующее: страны не могут рассматривать стратегию энергетики в отрыве от всего остального. Энергия, безусловно, важнейший компонент стратегии общего развития любой страны.

Еще одним важным соображением является то, что энергетические стратегии в развивающемся мире, став частью общей политики развития, могут быть использованы для ускорения экономического и социального развития. Необходимы большая сме-

лость и оригинальность мысли при формулировании стратегий энергетического перехода, которые стали бы не просто пассивным приложением к процессу развития, а стимулом к росту на основе эффективного использования природных и людских ресурсов и местных технологий.

Повсеместное стремление наращивать производство энергии должно зиждиться на стабильном сочетании разных ее источников, что обеспечит человечеству непрерывный поток возобновляемых энергетических ресурсов в будущем. Это было бы ценным дополнением к стратегии развития, обеспечивающим активный и динамичный вклад в процесс экономического и социального развития в период энергетического перехода.

Энергетический переход нужно рассматривать на двух уровнях срочности. В краткосрочном плане высоким приоритетом должна пользоваться проблема энергии в интересах сельской бедноты и в особенности проблема истощения ресурсов древесного топлива на местах — наиболее важная часть энергетической проблемы в развивающихся странах. В среднесрочном плане необходимо

будет самым решительным образом ускорить технические исследования, с тем чтобы сократить сроки практического освоения всего комплекса новых и возобновляемых источников энергии как в развитых, так и развивающихся странах.

Необходимо будет стимулировать международное сотрудничество, особенно путем предоставления финансовых средств развивающимся странам, способствовать проведению исследований, передаче технологии и капиталовложениям в области энергетики, ликвидировать «узкие места» в наших попытках увеличить производство энергии и разнообразить ее источники, особенно в развивающихся странах.

И наконец, конференция в Найроби должна послужить мощным стимулом для совместных усилий в рамках системы ООН, которая будет нести главную ответственность за выполнение Программы действий. Я уверен, что если конференция сумеет мобилизовать все возможности системы ООН в деле сотрудничества и координации, то эта система сможет более чутко реагировать на потребности своих государств-членов.

Грани перемен

Все пути к устойчивой мировой энергетической системе ведут через „глобальное сотрудничество“

Вольфганг Сассин

Растущая взаимозависимость между странами неизбежно порождает новые проблемы, и если их не рассмотреть и не решить своевременно, то они могут стать хроническими и способствовать международной напряженности.

Когда дело принимает такой оборот, появляется соблазн попросту приспособиться к сложившейся ситуации, используя имеющиеся в данной стране ресурсы для укрепления своих собственных позиций. Воля к совместной выработке долговременных решений ослабевает, и это создает по меньшей мере еще одно дополнительное препятствие на пути мирового и национального развития.

Энергетический кризис, давший себя знать в начале 70-х гг., по-видимому, развивается в этом направлении. Он вызван быстрым переходом от национальных систем энергоснабжения к глобальной системе, которая основывается на весьма локализованных географически запасах нефти.

Быстрый рост потребления энергии во всем мире, наблюдавшийся в этот же период, оказался решающим фактором (см. диаграмму на этой странице).

Когда разразился первый нефтяной кризис, 20% мировых потребностей в энергии удовлетворялись за счет одного небольшого региона —

зоны Персидского залива. Значительная часть нефти, добываемой Организацией стран производителей нефти (ОПЕК), поступала в промышленно развитые страны Западной Европы, в США и Японию.

Сегодня, почти через 8 лет после первого нефтяного эмбарго 1973 г., когда ОПЕК взяла в свои руки контроль над механизмами установления цен на нефть, проявились три фактора: 1) во всем мире потребление нефти достигло своего пика на уровне потребления 1973/74 гг.; 2) до сих пор ни один другой источник энергии не смог занять то место, которое нефть занимала до 1973 г. в качестве дешевого фактора производства, стимулирующего экономический рост; 3) мировая экономика переживает стадию замедленного роста и сталкивается с серьезными структурными кризисами и растущими трудностями в области международного разделения труда.

В последние годы активизировался поиск национальных путей решения энергетической проблемы. Некоторые промышленно развитые страны, столкнувшиеся с перспективой резкого сокращения экономического роста и вынужденные в силу повышения цен прибегнуть к мерам по экономии топлива, по-видимому, имеют неплохие шансы на сокращение своей зависимости от ненадежной системы

снабжения. Другие страны, особенно развивающиеся, возлагают большие надежды на расширение геологоразведочных работ на своих пока еще не исследованных территориях и на ускорение технического развития с целью использования недоступных пока по техническим или экономическим причинам ресурсов. В первую очередь это относится к биомассе, гидроэнергетике и солнечной энергии, с помощью которых сельское население развивающихся стран пытается удовлетворить свои потребности в энергии, используя традиционные и в данный момент не слишком эффективные методы.

Смогут ли эти нескоординированные усилия привести к решению энергетической проблемы, остается вопросом. Во всяком случае, многим странам придется еще долгое время полагаться на импортную энергию. Это одно из слабых звеньев в национальной энергетической политике многих стран, хотя и не решающее. Энергия была и остается решающим фактором промышленного развития. Даже если бы была возможность обеспечить ее справедливое распределение на свободном рынке, скудные ресурсы и высокие цены неизбежно станут тормозом развития, а в мире, основанном на международном разделении труда, это нанесет экономический ущерб всем странам. Это подтверждается многими данными. Поэтому усилия в области энергетики, предпринимаемые на местном или национальном уровне, должны рассматриваться в глобальном и долговременном контексте.

История — свидетель, что переход от одного источника энергии к другому занимает многие десятилетия. Переход от дров к каменному углю, а затем от угля к нефти и газу занял более полувека. Замена одного источ-

Глубокая озабоченность проблемами энергетики объясняется тем фактом, что запасы нефти и газа, важных сегодня источников энергии, являются ограниченными. На рисунке внизу схематически показана история потребления первичных видов энергии за последние сто лет. Общий объем энергопотребления в среднем возрастал на 5% в год, за исключением периодов мировых кризисов: первой мировой войны, экономического спада 30-х годов, второй мировой войны и нынешнего нефтяного кризиса. Следует отметить, что на стыке XIX и XX вв. эти высокие темпы роста обеспечивались за счет угля, тогда как последние два десятилетия основой их были нефть и газ, которые в настоящее время обеспечивают 73% мировых потребностей в первичной энергии.



Graph © IILASA, Laxenburg, Austria

ВОЛЬФГАНГ САССИН (ФРГ) — физик, с 1975 г. участник, а с недавнего времени заместитель руководителя посвященной энергетическим системам программы Международного института прикладного системного анализа (МИПСА) в Лаксенбурге, Австрия. МИПСА является неправительственным научно-исследовательским учреждением широкого профиля, основанным в 1972 г. академиями наук и равными им научными организациями 12 стран. Его цель — объединить силы ученых всего мира в работе над проблемами, представляющими общий интерес, и особенно проблемами, связанными с развитием науки и техники. Сейчас Институт насчитывает 17 национальных членов в Австрии, НРБ, Канаде, ЧССР, Финляндии, Франции, ГДР, ФРГ, ВНР, Италии, Японии, Нидерландах, ПНР, Швеции, Великобритании, США и СССР.

ника на другой в этих случаях происходила в благоприятных условиях — условиях быстрого экономического роста и снижения себестоимости новых форм энергии.

В будущем поддерживать достаточное энергоснабжение будет еще труднее по многим причинам. Во-первых, население мира растет небывалыми темпами: со времени первого нефтяного кризиса оно увеличилось примерно на 400 млн. человек, и их материальные потребности скоро дадут о себе знать. Даже при условии значительного сокращения средней

рождаемости на одну семью население мира в ближайшие 50 лет почти удвоится.

Судя по прогнозам, демографический рост будет наиболее бурно идти в развивающихся странах, поскольку там значительная доля подростков приближается или скоро приблизится к зрелому возрасту. В ближайшие два десятилетия интеграция этих новых поколений в национальную экономику вызовет взрыв спроса на товары и услуги. Создание необходимых инфраструктур — исключительно энергоемкий процесс, так что даже при

наличии технически более совершенных систем с большим коэффициентом полезного действия и при сокращенных темпах экономического роста на душу населения поставки энергии в предстоящие десятилетия придется значительно увеличить.

Такая перспектива показывает, что было ошибкой допустить состояние зстоя для потенциала мирового энергоснабжения, хотя как следствие этого некоторые страны, особенно промышленно развитые, принимают новые меры в целях экономии энергии. Застой этот обусловлен рядом причин. Традиционные нефтедобывающие страны, указывая на то, что их ресурсы в конечном счете ограничены, снижают добычу; в других странах сократилось производство нефти; добыча каменного угля существенно не увеличилась, несмотря на рост цен на нефть и газ в 1973/74 гг.; наконец, многие развивающиеся страны переживают кризис в некоммерческом энергетическом секторе, ибо обширные районы столкнулись с серьезной нехваткой древесного топлива.

В такой обстановке Международный институт прикладного системного анализа (МИПСА) в Лаксенбурге (Австрия) провел всестороннее исследование возможностей освоения различных источников энергии в глобальном масштабе и в конечном итоге — приведения предложения в соответствие со спросом¹. Идея заключалась в том, чтобы рассмотреть эти проблемы в глобальной перспективе, а не только на национальном уровне. В этом случае общий объем импортных поставок, необходимых отдельным странам для сбалансирования своего энергетического бюджета, должен соответствовать экспортным излишкам, имеющимся в других странах. Такой метод, разумеется, исключает рассмотрение всех факторов, кроме основных, определяющих «глобальную» систему. Он также подразумевает весьма широкие возможности варьирования поведения различных стран в рамках этой «закрытой глобальной экономической системы».

Важным этапом была разбивка свыше 160 стран мира на семь крупных регионов. Промышленно развитые страны образуют три группы в зависимости от их экономических систем и обеспеченности собственными энергетическими ресурсами: страны Северной Америки с рыночной экономикой; Советский Союз и страны Восточной Европы с плановой экономикой; страны Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) за исключением Северной Америки, т. е. Западная Европа, Япония, Австралия и Новая Зеландия. Развивающиеся страны поделены на 4 региона: Латинская Америка; богатые нефтью страны Ближнего Востока и Северной Африки; область, охватывающая остальную Африку и Юго-Восточную Азию, и, наконец, страны Восточной Азии с плановой экономикой.

Учитывая разные уровни развития, эксперты МИПСА подвергли оценке экономические и социальные тенденции в каждом из этих регионов и на этой основе рассчитали вероятные потребности в энергии. Вместе с тем они приняли во внимание потенциальные запасы и резервы ископаемого топлива в каждом регионе, а

Многоликая энергия

Когда говорят об энергии, то не всегда бывает понятно, о каких именно видах энергии идет речь. Поэтому весьма важно различать виды энергии на различных стадиях преобразования и использования.

Первичная энергия — это энергия, содержащаяся в первичных природных источниках, например воде, падающей через плотину, только что добытом каменном угле, нефти, природном газе, природном уране. Лишь в редких случаях первичная энергия может выступать в роли конечной энергии, то есть энергии, обеспечивающей энергетические нужды потребителя. К числу тех немногих видов первичной энергии, которую можно использовать в качестве конечной энергии, относятся природный газ, вследствие чего он повсеместно является предпочитаемым видом топлива.


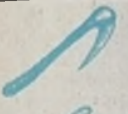




В большинстве случаев первичная энергия преобразуется во вторичную энергию. Вторичная энергия — это такая форма энергии, которая может найти себе самое широкое применение. Наиболее характерными примерами являются электричество и бензин. Менее удобными видами вторичной энергии (что как раз и объясняет снижение их доли на рынке) являются древесный уголь, сортированный и калиброванный уголь, а также распиленные и наколотые дрова. Чтобы потребитель мог пользоваться энергией без излишних затруднений, она должна иметь такую форму, которая удобна для транспортировки, распределения и потребления с помощью различных приспособлений. По вполне очевидным причинам всегда существовала тенденция к созданию энергосистем и особенно систем электро- и газоснабжения, а также централизованного теплоснабжения. Жидкие виды горючего ввиду удобства их хранения, погрузки и транспортировки также находили широкое применение, причем наиболее характерными примерами являются бензин и дизельное топливо.

Первичная энергия преобразуется во вторичную несколькими различными способами. Например, крупные тепловые электростанции вырабатывают электроэнергию и иногда тепло для центрального отопления. Нефтеперерабатывающие предприятия преобразуют нефть в более удобные виды жидкого топлива — в бензин, керосин, дизельное топливо и лигроин. В одних случаях процесс преобразования является конечным звеном целой системы — примером может служить энергия расщепления ядра, производству которой на атомной электростанции предшествуют процессы химического преобразования, изотопного обогащения и производства самого топлива; в других, как в случае с гидротурбиной или ветродвигателем, — преобразование осуществляется весьма несложным механизмом. Но во всех случаях преобразование первичной энергии во вторичную сопровождается потерями, имеются также потери и при доставке этой энергии потребителю. Было бы неправильно считать эти потери отходами. Они являются своего рода платой за эффективность: расход энергии на ее преобразование и передачу позволяет конечному потребителю эффективно использовать ее для своих целей.

Завершает процесс преобразование вторичной энергии в конечную (энергию мотора, печи, компьютера или электрической лампочки) и конечной энергии в полезную энергию, т. е. энергию, которая фактически переходит в продукцию или используется в обслуживании. Важно понимать, что энергия является не просто неким продуктом потребления, а скорее средством более эффективного использования других ресурсов — рабочей силы, капитала и особенно технического мастерства. Простейшим примером может служить хорошее освещение рабочего помещения.

Source: «Energy in a Finite World», 1981, International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria

¹ «Energy in a Finite World» (Vol. 1: «Paths to a Sustainable Future»; Vol. 2: «A Global Systems Analysis») — доклад Группы программирования энергетических систем МИПСА; руководитель программы Вольф Хафеле, 1981 г.

Индивидуальное потребление в тыс. Ккал. в сутки	Питание	Быт и обслуживание ¹	Промышленность и сельское хозяйство	Транспорт	Всего
 Первобытный человек	2				2
 Охотник	3	2			5
 Первобытный земледелец	4	4	4		12
 Культурный земледелец	6	12	7	1	26
 Человек "индустриальный"	7	32	24	14	77
 Человек "технологический"	10	66	91	63	230

¹ Сектор обслуживания включает функционирование учреждений, торговлю, образование и т. д.

Drawings Jacques Vincent. Unesco Courier

также порядок и темпы введения в действие новых и возобновляемых источников энергии. В этих расчетах также учтены возможные результаты будущих геологоразведочных операций, исследований и разработок. Путем сложения цифр по всем странам и регионам можно получить глобальный потенциал пригодных в конечном счете для эксплуатации ресурсов, что дает возможность количественно представить себе результаты тех широких усилий, которые потребуются в предстоящие десятилетия. При нынешнем состоянии техники и на нынешнем уровне затрат на производство энергии может быть использована лишь одна треть потенциально доступных ресурсов ископаемого топлива.

Грубые подсчеты показывают, что некоторые из этих семи регионов не смогут полностью удовлетворять свои потребности в энергии исключительно из собственных источников, ибо их традиционные невозобновляемые источники энергии — нефть, природный газ и экономически рентабельные запасы угля — слишком ограничены, а новые или возобновляемые источники, такие, как нефтеносные сланцы, битумные пески, ядерная и солнечная энергия во всех их формах, не могут быть освоены достаточно быстро.

Все это подтверждает вывод МИПСА, что действительно необходим свободный и ориентированный на себестоимость доступ к мировым запасам энергии. За исключением определенных ограничений, относящихся к традиционным нефтеносным районам, все семь регионов мира имеют более или менее одинаковый доступ к источникам энергии, а также к новой технологии добычи и преобразования энергии.

Несмотря на эти оптимистические тезисы о всеобщем сотрудничестве в деле решения энергетической проблемы, более конкретные исследования дают основания считать, что недоста-

ток энергоснабжения будет оставаться лимитирующим фактором мирового экономического развития на протяжении последующих 50 лет.

Общая потребность в энергии настолько велика, что вопроса о предпочтении не возникает — придется развить все источники.

Что касается потребителя, то он тоже должен использовать энергию более рационально. Необычный и нарастающий разрыв между ко-

лоссальными, как это можно предвидеть, усилиями, требующимися для производства энергии, и ограниченными перспективами экономического роста заставил авторов исследования МИПСА разработать модель «низкого прироста» наряду с первоначальной моделью «высокого прироста». В модели «высокого прироста» были снижены предварительно принятые экономические плановые задания, особенно в развивающихся странах, тог-

НЫНЕШНЕЕ И ПРОГНОЗИРУЕМОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В МИРЕ

Источник	Нынешнее потребление в млрд. (10 ⁹) Квт/ч.	Потребление в 2000 г. в млрд. (10 ⁹) Квт/ч.
Солнце	2-3	2000-5000
Геотермальная энергия	55	1000-5000
Ветер	2	1000-5000
Приливы	0,4	30-60
Энергия волн	0	10
Тепловая энергия океанов	0	1000
Биомасса	550-700	2000-5000
Древесное топливо	10 000-12 000	15 000-20 000
Древесный уголь	1000	2000-5000
Торф	20	1000
Тягловые животные	30 (в Индии)	1000
Горючие сланцы	15	500
Битуминозные пески	130	1000
Гидроэнергия	1500	3000

Source: United Nations «Development Forum», 1981

да как в модели «низкого прироста», которая предполагает снижение темпов экономического роста, существенно снижен мировой спрос на энергию.

Никакое исследование, сколь бы полным оно ни было, не может предсказать будущее. Однако, если оно проведено достаточно тщательно, оно может подсказать возможные формы политических и социальных решений. Выбор будет во многом зависеть от преобладающей в данный период системы ценностей, однако на него также будут влиять имеющиеся данные об истинном положении дел и о возможных последствиях принятия или непринятия тех или иных мер. В этом смысле разработанные МИПСА модели «высокого» и «низкого» прироста описывают будущие тенденции, которые в основе своей реальны. И та и другая дают представление о верхних пределах процесса мирового экономического развития. Эти пределы определяются энергетическими ресурсами Земли, которые дает нам природа, а также эффективностью нынешней энергетики и методов экономики энергии. На основании этих моделей можно сделать два основных вывода:

1. В обеих моделях создание глобальной системы энергоснабжения требует напряженных усилий, однако в свете прогнозируемого объема экономической активности в рассматриваемых регионах они представляются реальными. В любом случае относительное бремя капиталовложений, лежащее на экономике, приблизительно одинаково в обеих моделях. Другими словами, при условии своевременного осуществления соответствующих предварительных мер технически возможно обеспечить достаточный объем энергии для поддержания высоких темпов экономического роста. Низкие темпы роста не способствуют преодолению энергетического кризиса.

2. Если не будет достигнуто сотрудничества, необходимого для развития энергетического потенциала, общие затраты превысят прогноз, содержащийся в модели МИПСА. Усилия отдельных стран по рациональному использованию своих собственных жизнеспособных источников энергии и освоению тех, которые пока не эксплуатируются, а также по обеспечению «запаса прочности» на будущее могут быть оправданы на национальном уровне, но в то же самое время они имеют тенденцию усугублять проблему в мировых масштабах. Они вынуждают другие страны быстрее переходить на альтернативные источники энергии, которые ограничены и требуют больших затрат.

На практике политические, социальные и организационные трудности всегда порождают прагматические энергостратегии подобного рода. А это может привести к образованию порочного круга: поспешное введение недостаточно освоенного альтернативного источника энергии в любой части мира лишь укрепит позицию сторонников национальных и локальных решений.

С другой стороны, энергия, которая оказывается слишком дорогостоящей, является еще одной западней, которую следует избегать, ибо она вполне может способствовать экономическому застою. Освоение альтернативных источников энергии требует больше финансовых и трудовых ресурсов, чем традиционные методы добычи нефти и газа. Таким образом, переход на новые, более дорогостоящие формы энергии ляжет дополнительным бременем на экономику, и без того

уже находящуюся в состоянии застоя.

Решение мировой энергетической проблемы все более и более превращается в соревнование со временем. Выиграть его с помощью одних только научных и технических достижений невозможно. В первую очередь необходимо более эффективно использовать имеющиеся ресурсы, возможности передовой технологии и те значительные капиталовложения, которые необходимы для освоения и использования потенциальных источников энергии. Это требует тесного экономического и политического сотрудничества производящих и потребляющих энергию стран. Каждое государство должно также отдавать себе отчет в том, что обеспечение стабильного энергоснабжения требует гораздо больших усилий, чем это может показать анализ местной ситуации в краткосрочной перспективе. Но даже если будут соблюдены эти условия, достигнутая стабильность не дает сама по себе каких-либо непосредственных благ. Рост затрат, связанный с ростом капиталовложений, необходимых для обеспечения стабильного энергоснабжения, следует скорее рассматривать как часть глобальных экономических затрат на развитие.

Но здесь политической воли недостаточно, хотя она и необходима. Не менее важное значение имеют соответствующие технические и организационные меры по распределению этих затрат. На международном уровне исследования МИПСА выявляют три области со следующими сходными характеристиками: быстро возрастающий разрыв между увеличением спроса на энергию и средствами его удовлетворения; явный недостаток информации о факторах, способных тормозить или же стимулировать новые технические решения, и недостаточно активная разработка таких технических решений.

Эти три области, имеющие стратегическую важность для стабилизации мировой энергетической системы, суть следующие:

1. Разработка соответствующих технологических процессов и методов, которые в течение предстоящих 20—30 лет могут привести к созданию промышленности синтетических жидких углеводородов, действующей на глобальной основе. Учитывая ту роль, которую синтетические виды топлива будут играть в мировом энергетическом бюджете, будущие программы производства должны во много превосходить мощность всех программ ядерной энергетики за последние 30 лет.

2. Обеспечение энергией быстрорастущих городских зон в развивающихся странах. Высокий уровень потребления энергии городами требует весьма эффективных систем преобразования и распределения энергии, а необходимые для их работы мощности обычно не могут быть обеспечены за счет близкорасположенных возобновляемых источников. Так же как и промышленно развитые страны, не имеющие достаточных запасов энергии, эти городские зоны развивающихся стран зависят от существования действенной международной энергетической системы.

3. Взаимодействие используемого энергетического потенциала возобновляемых источников в сельских районах развивающихся стран с экологическими и климатическими системами. В пересчете на отдачу использование таких возобновляемых источников энергии, как биомасса, энергия рек, ветра и океанов, оказывает во многих случаях большее воздействие на природные системы, чем использование ископаемого топлива. Для обеспечения рационального землепользования во многих обитаемых районах земного шара необходимо провести исследования, касающиеся последствий экстенсивного земледелия, изменения гидрологических условий и использования «естественных» возобновляемых источников энергии, а также их экологических и климатических последствий. Поэтому назрела насущная необходимость в

ПРОДОЛЖЕНИЕ НА СТР. 14

Два варианта производства первичной энергии в мире, 1975—2030 (в ТВт-годах в год)

ПЕРВИЧНЫЙ ИСТОЧНИК ¹	БАЗОВЫЙ	МАКСИМАЛЬНЫЙ		МИНИМАЛЬНЫЙ	
	ГОД	ВАРИАНТ	ВАРИАНТ	ВАРИАНТ	ВАРИАНТ
	1975	2000	2030	2000	2030
НЕФТЬ	3.62	5.89	6.83	4.75	5.02
ГАЗ	1.51	3.11	5.97	2.53	3.47
УГОЛЬ	2.26	4.95	11.98	3.93	6.45
РЕАКТОРЫ НА ОБЫЧНОЙ ВОДЕ	0.12	1.70	3.21	1.27	1.89
РЕАКТОРЫ-РАЗМНОЖИТЕЛИ НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ	0.00	0.04	4.88	0.02	3.28
ГИДРОЭНЕРГИЯ	0.50	0.83	1.46	0.83	1.46
СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГИЯ	0.00	0.10	0.49	0.09	0.30
ПРОЧИЕ	0.21	0.22	0.81	0.17	0.52
ВСЕГО ²	8.21	16.84	35.65	13.59	22.39

¹ Добыча первичных энергоресурсов или первичные источники энергии в качестве исходных материалов для процессов преобразования или переработки.

² Сумма цифр в каждом столбце может не совпадать с итогом ввиду округления данных.

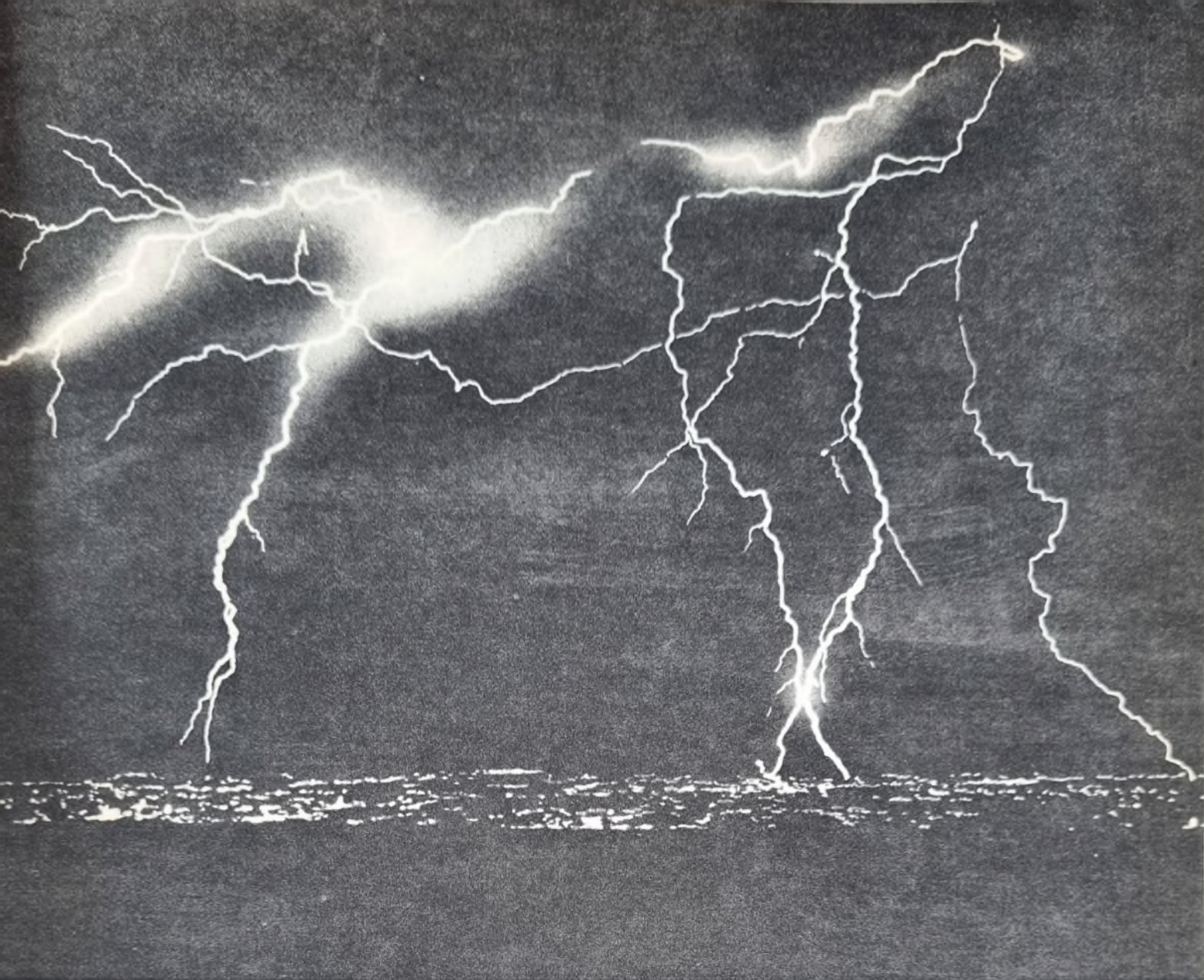


Photo © Wetmore S.P.L.— Cosmos, Paris

КАК СОЗДАТЬ УСТОЙЧИВУЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКУЮ СИСТЕМУ

Обладает ли мир производственными и организационными возможностями, финансовыми и материальными ресурсами, а также должной дисциплинированностью для создания устойчивой энергетической системы? Что это означает — претворять в жизнь программы строительства в таких масштабах по всему миру или создавать предприятия для производства десятков миллиардов тонн цемента и стали для строительства этих новых грандиозных сооружений? Это потребует времени и материальных вкладов, особенно капитала. Придется также преодолеть всевозможные ведомственные барьеры на всех уровнях. Но прежде всего это потребует в целом гораздо более высокой производительности во всем мире, а это в свою очередь будет означать активизацию всех видов межрегионального обмена — обмена рабочей силой, мастерством, технологиями, знаниями, энергией, промышленной продукцией, продовольствием и так далее.

Чтобы представить себе, что это означает в плане капиталовложений, достаточно сказать, что, по прогнозам Международного института прикладного системного анализа, даже минимальный вариант будущего энергетического спроса потребует в период между 1975 и 2030 гг. увеличения

основного капитала во всем мире примерно в 20—30 раз. Вот почему так важно, чтобы примерно 8 млрд. человек, которые будут жить в 2030 г., были богатыми, а не бедными, и причем гораздо более богатыми, чем сегодня. И богаты они будут не потому, что откроют какие-то неведомые доселе несметные физические ресурсы, а потому, что научатся более рационально, с большей изобретательностью и с большей отдачей использовать имеющиеся ограниченные ресурсы. Процесс этот непрерывен и имеет кумулятивный характер.

Чем большей производительности мы достигнем — то есть чем разумнее мы будем использовать имеющиеся энергетические ресурсы, рабочую силу, капитал и технический опыт, — тем ближе мы подойдем к возможности реального создания устойчивой энергетической системы. Успех в этом деле будет означать, что мы перешли на качественно новую ступень, сумев отделить проблему мирового энергообеспечения от проблемы обеспечения ресурсами. И этот шаг будет не менее важным, чем тот, который сделали наши далекие предки, вступив в эпоху земледелия. Сделать этот шаг — вот задача современности, и мы в состоянии ее выполнить.

Source: «Energy in a Finite World», 1981, IIASA, Laxenburg

Развивающиеся страны требуют места под солнцем

Абду Мумуни Диоффо

В том что касается возобновляемых источников энергии — солнце, ветер, перепады температур в водах тропических морей и процесс фотосинтеза в тропических лесах, — большинство развивающихся стран Африки, Азии и Латинской Америки находится в привилегированном положении. Это серьезное преимущество, и в последующие годы оно может привести к выработке такой глобальной энергетической политики, при которой взаимозависимость этих стран позволит гарантировать их независимость.

Однако для использования солнечной энергии в районах, где она имеется в изобилии, необходимо сделать выбор между различными технологическими решениями, и заинтересованные страны должны самым тщательным образом изучить прямые и косвенные последствия, которые это может иметь для таких жизненно важных областей, как экономика, структура расселения, планирование землепользования и определение модели промышленного развития, что в

конечном итоге способно изменить ход их социального и культурного развития.

Независимо от характера применения солнечной энергии — теплового, механического или электрического — выбор установки и оборудования, которые будут в максимальной мере содействовать экономическому, социальному и культурному прогрессу, имеет самые первостепенные и самые очевидные экономические последствия. В зависимости от того, будет ли это оборудование импортироваться или же производиться на месте (полностью или частично), национальной экономике придется решать такие проблемы, как нехватка валюты, экономическая зависимость от стран-экспортеров или неспособность нести инвестиционные расходы и неуверенность в отношении эксплуатационных качеств оборудования в местных условиях.

Демографические последствия этих мероприятий в целом обычно менее очевидны. Однако в тех случаях, когда использование солнечной энергии

в сельской местности — для подачи воды, помолы зерна, освещения и бытового и коммунального обслуживания — будет носить централизованный характер, население будет стремиться оседать вокруг этих центров. И здесь опасность для такой страны заключается в том, что требуемый выбор, который на первый взгляд представляется сугубо техническим, в конечном итоге может привести к созданию централизованного общества по образцу промышленно развитых стран со всеми вытекающими из этого социальными и культурными последствиями.

Аналогичным образом, выбор технологии, основанной на применении солнечных установок весьма высокой

АБДУ МУМУНИ ДИОФФО (Нигер) — физик; с 1969 года — директор Национального управления по вопросам солнечной энергии (ОНЕРСОЛ). С прошлого года — ректор университета в Ниамее.

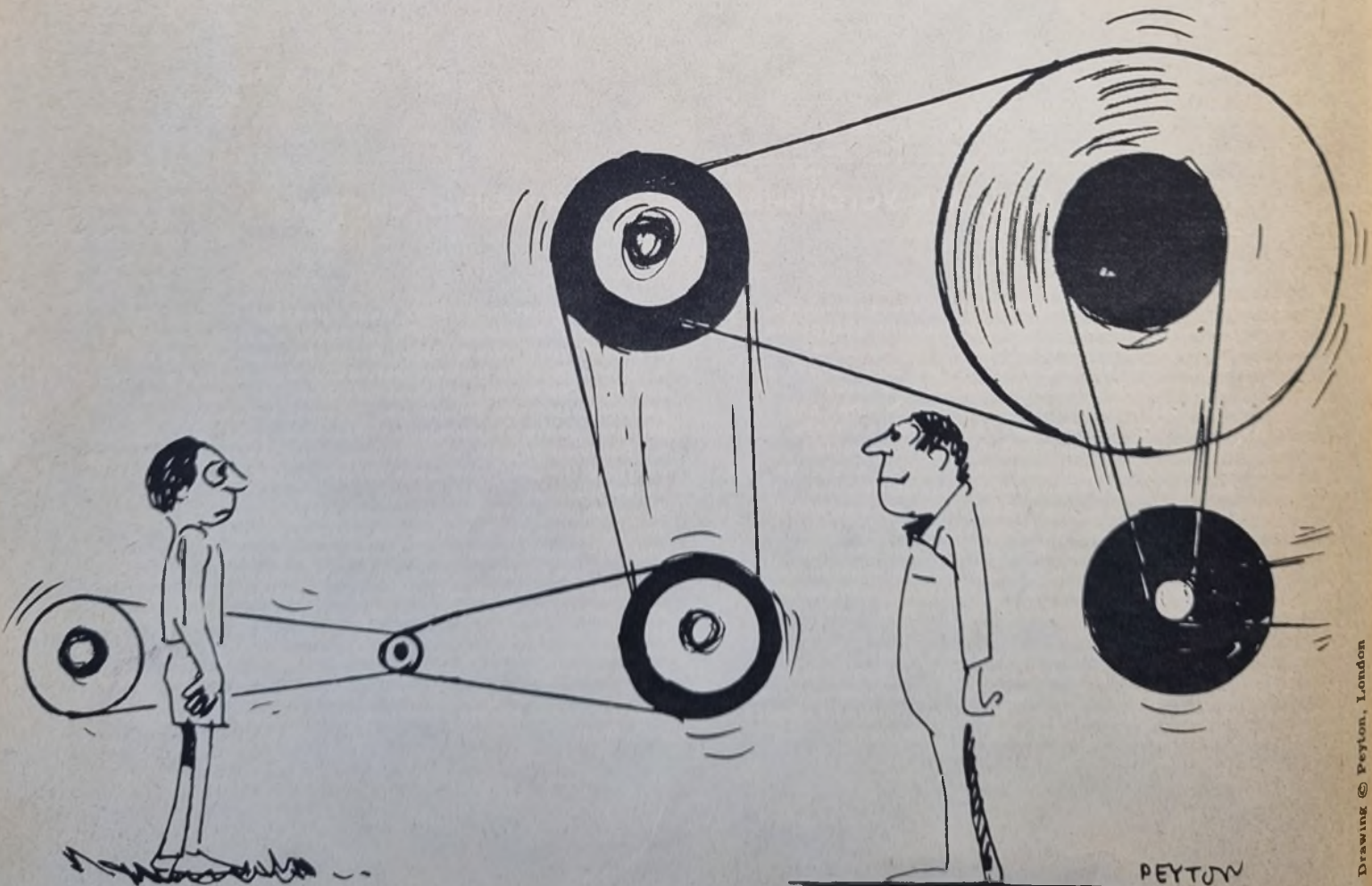




Photo Stambolis © Unesco, From «Solar Energy for Educational Buildings», by C. Stambolis with P. Vastardis, Heliotechnic Press, London, 1981

Переносный опреснитель, работающий на солнечной энергии, был разработан и изготовлен Управлением по вопросам солнечной энергии (ОНЕРСОЛ) в Ниамее (Нигер). Небольшие установки подобного типа, способные производить до 200 000 литров воды в сутки, могут сыграть важную роль в таких районах Западной Африки, как побережье Мавритании и северные районы Мали и Нигера, где вода имеет солоноватый вкус. Однако что касается более крупных опреснительных установок, работающих на солнечной энергии, то в настоящее время они едва ли способны конкурировать с установками, работающими на обычных видах топлива.

мощности — от 100 киловатт до нескольких мегаватт, — неизбежно приведет к концентрации другого рода, когда все основные экономические и промышленные предприятия будут располагаться вокруг этих энергетических центров. Это приведет к созданию точной копии «потребительского общества», духовные ценности которого не будут иметь ничего общего с национальной культурой. Это представляет серьезную угрозу для культурной самобытности народов развивающихся стран.

И наконец, в области планирования землепользования надо учитывать целый комплекс факторов с тем, чтобы обеспечить равномерное развитие всех отраслей экономики (земледелие, животноводство, агропродовольственные отрасли и производство строительных материалов), а также разумное использование природных ресурсов в целях защиты окружающей среды (включая меры по ограничению или полной ликвидации чрезмерного выпаса, деградации сельскохозяйственных земель и разрушения растительного покрова) и рациональное распределение промышленных предприятий.

Таким образом, при выработке национальной стратегии, в рамках которой солнечной энергетике отводится среди других доступных видов энергии важное место, необходимо в большей степени учитывать модель технического развития, нежели характер технологии или даже мощность установок. Риск здесь огромен, поскольку выбор технологии может либо увековечить зависимость развивающейся страны от импорта науки и техники, либо содействовать развитию национальной экономической базы. Предоставление и монтаж солнечных установок «под ключ» и так называемая «передача технологии», как выпячено именуется этот вид деловых операций, является всего лишь иллюзией. Это следует иметь в виду для того, чтобы принимаемые решения основывались на действительно первостепенных потребностях развития страны, а не на коммерческих соображениях, не имеющих ничего общего с подлинными интересами ее народа.

Страны Африки, Азии и Латинской Америки располагают исключительно благоприятными природными условиями для использования солнечной энергии, однако ввиду отставания у них научных и технических исследований порой им не хватает необходимых технических знаний для разработки солнечного оборудования. С другой стороны, промышленно развитые страны находятся в невыгодных климатических условиях, но обладают индустриальной базой, необходимой для осуществления таких разработок. Поэтому подлинное сотрудничество между этими двумя группами стран как в научно-технических вопросах, так и в области промышленного производства является необходимой предпосылкой для эффективного использования солнечной энергии в интересах миллионов людей, живущих в сельских районах стран «третьего мира».

Уровень и основные направления научно-исследовательской деятельности в области использования солнечной энергии в развивающихся странах значительно отличаются друг от друга. Несмотря на огромный интерес, проявляемый к этой области, в деятельности научно-исследовательских учреждений нередко наблюдается застой из-за нехватки людских ресурсов и средств, а исследователи работают в изоляции. В таких случаях иностранные фирмы и организации, предлагающие техническую помощь или двустороннее сотрудничество, легко могут осуществить то, что равносильно «захвату» национальных учреждений. Единственное эффективное решение этой проблемы заключается в расширении научно-технического сотрудничества между развивающимися странами одного или нескольких регионов. Тогда и только тогда возникнет прочная основа для решения вопроса о сотрудничестве между развивающимися и промышленно развитыми странами с учетом интересов всех заинтересованных сторон.

Многие промышленно развитые страны приступили к осуществлению широких научно-исследовательских программ в области солнечной энергии лишь после «нефтяного кризиса».

В настоящее время большинство этих программ нацелено на решение весьма ограниченных задач (производство дополнительной энергии для обогрева жилых и производственных помещений и получение дополнительной электроэнергии). Однако в долгосрочном плане их подлинная цель заключается в обеспечении альтернативных источников энергии, способных заменить собой нефть, мировые запасы которой быстро сокращаются, а в краткосрочном — использование огромного рынка развивающихся стран для разработки солнечного оборудования в исключительно благоприятных условиях. Как бы то ни было, это означает, что научно-исследовательская деятельность и промышленное производство будут фактически финансироваться, если не субсидироваться самими же развивающимися странами.

Поэтому для установления подлинного сотрудничества в этой области между двумя группами стран необходимо радикальным образом изменить общий подход. Учитывая нынешний нефтяной кризис и роль солнечной энергии в долгосрочном плане, а также те краткосрочные и среднесрочные возможности, которые она открывает перед развивающимися странами, изменение существующего положения отвечает интересам обеих сторон.

Промышленное сотрудничество между развитыми и развивающимися странами в производстве солнечных установок также чревато множеством сложных проблем. Международное разделение труда в настоящее время отводит развивающимся странам лишь роль производителей минерального и сельскохозяйственного сырья, что ведет к созданию неравномерной структуры обмена, которая увековечивает экономическую зависимость стран «третьего мира» от промышленно развитых стран. Последние в наше время фактически монополизировали различные отрасли промышленности, без участия которых производство солнечной энергии оказывается невозможным, включая черную и цветную металлургию, и в частности производство алюминия, меди и других цветных металлов, стекла и про-

зрачных пластических масс и процессы теплоизоляции с использованием неорганических и органических веществ. Однако сырьевые материалы, используемые во всех этих процессах, поступают главным образом из развивающихся стран. В большинстве случаев они экспортируются в частично переработанном виде. Так обстоит дело с бокситами из Гвинеи и Ганы, которые перерабатываются на местах или в Камеруне, с медью Заира и Замбии и нефтепродуктами из Нигерии, Алжира и стран Ближнего Востока.

Для повышения самообеспеченности развивающихся стран в тех из них, которые являются производителями сырьевых материалов, можно создавать предприятия по производству готовых изделий и полуфабрикатов при условии, что эта мера будет сопровождаться промышленным сотрудничеством в мировом масштабе. В конечном итоге это будет отвечать интересам всех. В условиях существ-

ПРОДОЛЖЕНИЕ НА СТР. 34



Photo Stambolis © Unesco. From «Solar Energy for Educational Buildings», by C. Stambolis with P. Vastardis, Heliotech Press, London, 1981



photo Andanson © Sygma, Paris

Вверху: солнечная батарея во дворе одной из школ в Нигере, которая дает энергию для школьного телевизора, используемого в учебном процессе. Справа: небоскреб Мэн-Монпарнас в центре Парижа.

Энергетические ресурсы мира



Зоран Зарич

В настоящее время 4,5 млрд. человек на Земле потребляют около 10 000 000 000 000 Вт энергии, что в пересчете составляет 2,2 кВт на душу населения. Электрокамин с одной спиралью обычно потребляет 1 кВт.

Для того чтобы понять проблему энергии, следует различать мощность и энергию. С технической точки зрения мощность — это темп выполнения работы или потребления энергии. Однокиловаттный электрокамин имеет мощность 1 кВт и потребляет 1 кВт·ч в течение часа или 24 кВт·ч в сутки — и соответственно $24 \times 365 = 8760$ кВт·ч в год. Таким образом, средняя норма потребления энергии по всей планете в год на душу населения составляет 19 272 кВт·ч, что эквивалентно постоянному потреблению 2,2 кВт.

Когда речь идет о глобальном потреблении энергии, цифры, выраженные в ваттах или даже киловаттах, становятся чрезмерно большими. Чтобы оперировать меньшими числами, ученые применяют следующие единицы:

1 киловатт (кВт) = 1000, или 10^3 ватт
1 мегаватт (МВт) = 1 000 000, или 10^6 ватт
1 гигаватт (ГВт) = 1 000 000 000, или 10^9 ватт
1 тераватт (ТВт) = 1 000 000 000 000, или 10^{12} ватт

Общее потребление энергии в мире в настоящее время составляет 10 тераватт (ТВт).

Таким же образом можно образовывать и другие величины. Так, одна гигатонна (Гт) равна 1 000 000 000 т. И хотя электроэнергия выражается обычно в ваттах, некоторые виды ископаемого топлива, например уголь и нефть, удобнее измерять в тоннах. Энергосодержание 1 т каменного угля равно 8139 кВт·ч, а 1 т нефти — 11 964 кВт·ч.

Но хотя среднее потребление энергии на душу населения равно 2,2 кВт, оно неодинаково в различных районах земного шара. Потребление в Северной Америке составляет около 10 кВт на душу населения. В других промышленно развитых странах этот показатель варьируется в пределах от 2 до 7 кВт. В остальных странах, где проживает 3/4 всего человечества, потребление ниже 2 кВт — в среднем около 450 Вт. Почти 400 млн. человек живут на уровне потребления менее 100 Вт. Иначе говоря, потребление энергии довольно точно соответствует экономическому развитию в мире.

Наиболее надежные прогнозы дают основание считать, что к 2000 г. общее население Земли составит 6,7 млрд. человек, среднее потребление энергии на душу населения — 3,06 кВт, а суммарное потребление энергии составит 20,5 ТВт, что в два с лишним раза больше, чем сейчас. Еще через 50 лет, в 2050 г., население составит 10,5 млрд. человек, а среднее потребление энергии на душу населения 5,28 кВт, что дает суммарное потребление в объеме 55,4 ТВт, т. е. приблизительно в 5,5 раза больше, чем сейчас.

Следующая далее общая оценка мировых энергетических ресурсов представляет собой попытку вкратце обрисовать возможные источники удовлетворения этих потребностей в энергии.

ЗОРАН ЗАРИЧ (Югославия) — специалист по термодинамике, член Сербской академии наук и искусства и президент Югославской ассоциации солнечной энергии. В течение многих лет он является генеральным секретарем Международного центра тепло- и массообмена, с которым ЮНЕСКО тесно сотрудничает по вопросам энергетики. Статья основана на рукописи книги Зарича, предварительно названной «Энергия для будущего», которую ЮНЕСКО предполагает опубликовать в 1982 г.

Ископаемое топливо



Ископаемое топливо состоит из разложившихся растительных материалов. Его энергия содержится в химических связях, образовавшихся первоначально под воздействием энергии Солнца, которая была усвоена растениями миллионы лет тому назад с помощью фотосинтеза. Ископаемое топливо состоит в основном из углерода в сочетании с другими элементами. По подсчетам, в недрах Земли содержится 10^{16} (10 000 миллионов миллионов) тонн ископаемого углерода. К сожалению, не весь он легко или рентабельно добываем. Имеется четыре основных вида ископаемого топлива.

Уголь широко распространен в Северном полушарии, и особенно к северу от 30-й параллели. Около 88% известных запасов сосредоточено в СССР, США и Китае. Существуют также крупные месторождения в Центральной Европе.

По настоящее время мир израсходовал около 130 Гт угля. Известные доступные для разработки запасы угля оцениваются в 600 Гт (примерно в 4 раза больше добытого). Однако прогнозы на будущее оптимистичны. Возможно, что запасы угля на Земле достигают 10 000 Гт, и предполагается, что 2500 Гт из них доступны для разработки.

В настоящее время мы используем в мировом масштабе 2,6 Гт угля в год. В 1980 г. энергопотребление с использованием всех видов топлива было эквивалентно примерно 10 Гт угля — и таким образом, уголь в настоящее время покрывает около 26% мировой потребности в энергии. 50 лет назад он обеспечивал почти все наши энергетические потребности и, возможно, вскоре будет обеспечивать их гораздо больше, чем сейчас. В настоящее время проводятся исследования с целью получения из угля газа и нефти, а также более эффективного его использования.

Нефть, несомненно, является наилучшим видом ископаемого топлива, главным образом в силу легкости ее транспортировки. Более половины доказанных запасов нефти находится на Ближнем Востоке, и мир уже использовал около 1/3 известных и доступных для добычи запасов. В некоторых странах, таких, как США, половина известных запасов нефти уже использована.

Сейчас мы потребляем около 3 Гт нефти в год. Доказанные запасы составляют 88,4 Гт, однако в конечном счете пригодными для добычи могут оказаться около 300 Гт. В настоящее время мы открываем новые месторождения нефти в объеме 5 Гт ежегодно, т. е. больше, чем потребляем за это же время. Однако считается, что добыча нефти достигнет своего максимума к 1990 г., после чего ее мировое производство (а следовательно, и потребление) начнет снижаться.

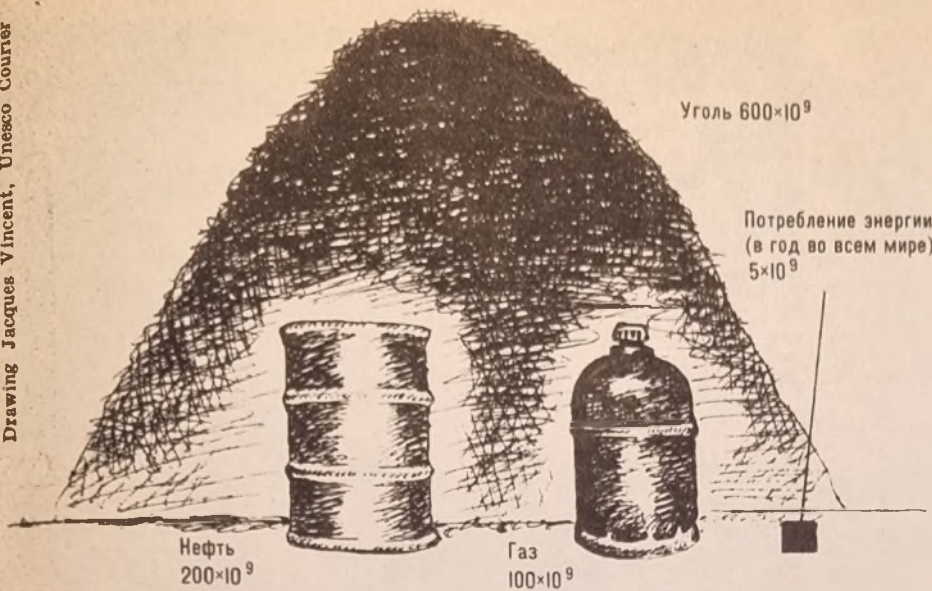
Природный газ, вероятно, будет иметь более долгое будущее, чем нефть. Около 40% известных запасов находятся в странах ОПЕК и около 30% — в СССР. Фактически США и СССР вместе потребляют 70% добываемого во всем мире природного газа.

До настоящего времени мы использовали около 40% известных запасов. С точки зрения энергоэквивалента подтвержденные запасы газа составляют примерно 2/3 запасов нефти. Однако извлекаемые прогнозные ресурсы газа, вероятно, не меньше извлекаемых прогнозных ресурсов нефти. Поскольку в настоящее время мы потребляем в 2,5 раза больше нефти, чем газа (в пересчете на энергоэквивалент), то его хватит на значительно больший период времени, чем нефти. Предполагается, что максимальный уровень мировой добычи газа будет достигнут в 2010 г., когда его годовое потребление в 3 раза превысит существующее.

Горючие сланцы и битуминозные пески — последние источники ископаемого топлива. 70% месторождений горючих сланцев находятся в Северной Америке, и 25% — в Латинской Америке; битуминозные пески сосредоточены в основном в Канаде, а также в Южной Америке, Сибири и в Нигерии. Запасы их весьма значительны и приближаются к запасам природного газа, однако остается нерешенной проблема извлечения из них горючих веществ.

И сланцы и пески требуют термической обработки для высвобождения из них топлива, да и само топливо необходимо очищать от примесей. В результате получаемое горючее обходится дорого. Так, на каждый баррель нефти, получаемой из нефтеносных сланцев, приходится 1,7 т пустой породы, которую необходимо отделить от топлива и затем удалить.

Ожидается, что использование ископаемого топлива достигнет максимума в 2010 г., когда мы будем потреблять его в 2 раза больше, чем сейчас.

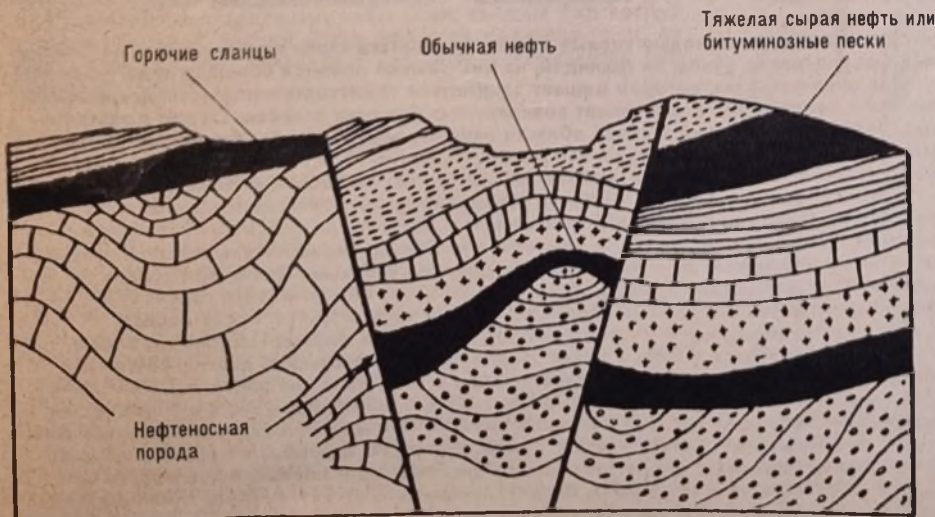


Доказанные запасы всех видов топлива на земле составляют 900×10^9 (т. е. 900 млрд.) тонн в пересчете на угольный эквивалент

Уголь не является новым или возобновляемым источником энергии, однако его запасы в абсолютном выражении огромны и во много раз превышают запасы нефти, газа и менее традиционных углеводородов — горючих сланцев и битуминозных песков. В обычном нефтеносном районе сырая нефть заполняет пространство между песчинками в горизонте, над которым находится слой нефтенепроницаемой породы. Когда через этот слой бурят скважину, из нее вырывается фонтан под воздействием веса верхнего слоя, выталкивающего жидкость. Однако нефть может оказаться не жидкой, а весьма вязкой или смешанной с мелкими частицами, которые лишают ее текучести. В первом случае порода именуется битуминозным песком, во втором — горючим сланцем, однако оба эти термина неточны.

Даже беглого взгляда на известные запасы достаточно для стимулирования изобретательности. Количество тяжелой нефти в одном лишь месторождении битуминозных песков в районе реки Ориноко, Венесуэла, может превышать запасы обычной нефти на всем Ближнем Востоке. Некоторые из развивающихся стран, которые импортируют нефть, располагают залежами битуминозных песков, содержащими от 1 млрд. до 5 млрд. баррелей нефти; к ним относятся Колумбия, Берег Слоновой Кости, Мадагаскар и Турция. Битуминозные пески Канады (в основном в провинции Альберта) содержат 800 млрд. баррелей, однако и они намного уступают венесуэльским, запасы которых оцениваются в 2000 млрд. баррелей. Запасы горючих сланцев еще выше. Страны с развитой рыночной экономикой располагают в общей сложности 2247 млрд. баррелей, из которых львиная доля (2100 млрд.) находится в США. В числе развивающихся стран, которые импортируют нефть, располагая при этом запасами горючих сланцев, можно указать Аргентину, Таиланд и Марокко с запасами от 300 млн. до 1 млрд. баррелей, а также Бразилию с запасами в 800 млрд. баррелей. Значительные запасы сланцев имеются в Советском Союзе и Заире. В настоящее время нефть из сланцев добывает Китай, который получает 9% своей нефти из сланцев, добываемых в Маньчжурии и Гуанси (в объеме от 45 млн. до 70 млн. т в год). Советский Союз перерабатывает 35 млн. т сланцев, из которых производит 12 млн. т нефти.

Source: United Nations «Development Forum»



Source: «Energy in a Finite World», IIASA, Laxenburg, Austria

Подготовка кадров и информация общественности

Джеймс Ф. Макдивитт

Почему технический прогресс в освоении возобновляемых и незагрязняющих среду источников энергии не привел к их быстрому и повсеместному распространению и использованию!

На этот сложный вопрос нет однозначного ответа, однако общепризнано, что многие из препятствий не носят технического характера. Среди основных нетехнических препятствий, выявленных с помощью предпринятых ЮНЕСКО подробных международных исследований, фигурируют недостаточная информированность специалистов и общественности и нехватка квалифицированного персонала для монтажа и ремонта оборудования.

Несмотря на растущий интерес к новым источникам энергии, проведенное ЮНЕСКО исследование по образованию и подготовке кадров в этой области показывает, что до сих пор не выработано систематизированного подхода для удовлетворения острой потребности в квалифицированных кадрах. Результаты обследования, охватившего около 300 учреждений в 86 странах, показали, что, хотя в области подготовки научных работников, инженеров и техников по всем профилям новой энергетики еще предстоит сделать огромную работу, не менее необходимо организовывать курсы для руководящих работников, которым надлежит принимать решения по вопросам энергетики.

Во многих случаях недостаток информации препятствует более эффективной подготовке кадров и широкой пропаганде возможностей альтернативных источников энергии. Даже в тех странах, где существуют современные системы информации, практически невозможно быть в курсе последних событий в этой области, поскольку объем публикаций крайне велик, а информационные источники разбросаны. Это еще одна область, в которой необходимо разработать крупномасштабные программы, и здесь ЮНЕСКО также играет ведущую роль.

В 1980 г. ЮНЕСКО провела исследование о необходимости и возможности создания международной системы информации о новых и возобновляемых источниках энергии. Исследование выявило существование всеобщего понимания «опасностей иррациональных капиталовложений, основанных на ненадежной информации. Все потребители стремятся избежать излишнего энтузиазма, проявляемого в определенных кругах по поводу некоторых энергетических альтернатив, результаты и действительность которых могут впоследствии не оправдать существующих надежд. Все потребители осознают тот факт, что их выбор альтернативного источника энергии может прямо или косвенно определяться теми, кто занимается сбытом соответствующих материалов и процессов».

Как результат этого исследования Генеральная конференция ЮНЕСКО одобрила в 1980 г. программу развития подобной информационной системы, которая по мере возможности была бы основана на уже существующих системах и службах. В настоящее время работа над этой программой продолжается, и планирование целого ряда опытно-показательных проектов уже идет полным ходом.

ДЖЕЙМС Ф. МАКДИВИТТ (Канада) — геолог, директор Отдела технических исследований и высшего образования ЮНЕСКО.

В поисках единой природы фундаментальных форм энергии

Абдус Салам
лауреат Нобелевской премии по физике, 1979

Вплоть до конца 50-х гг. физики считали, что существует четыре основные формы энергии: гравитационная, электрическая (включая магнетизм), сильная ядерная, которая прочно удерживает протоны и нейтроны — частицы, входящие в состав ядра, — и слабая ядерная, которая играет важнейшую роль в переходе одного вида субатомных частиц в другой.

Переход одной формы энергии в другую и обратно — явление повседневное, например, гравитационная энергия переходит в электрическую (гидроэнергетика является ярким свидетельством тому) или сильная ядерная — в электромагнитную (примером служит преобразование ядерной энергии внутри солнца в электромагнитную энергию тепла солнечных лучей).

Двадцать лет назад мои коллеги и я высказали мысль о том, что слабая ядерная форма энергии в основном идентична электромагнитной. А это не просто вопрос взаимопревращения одной формы энергии в другую. Мы думаем о большем. По нашему мнению, не должно быть какого-либо фундаментального различия между электрическими и ядерными силами. Мы утверждали, что они, по сути дела, идентичны. Мы также высказали мнение, что в соответствующих лабораторных условиях можно выявить эту обычно скрытую идентичность.

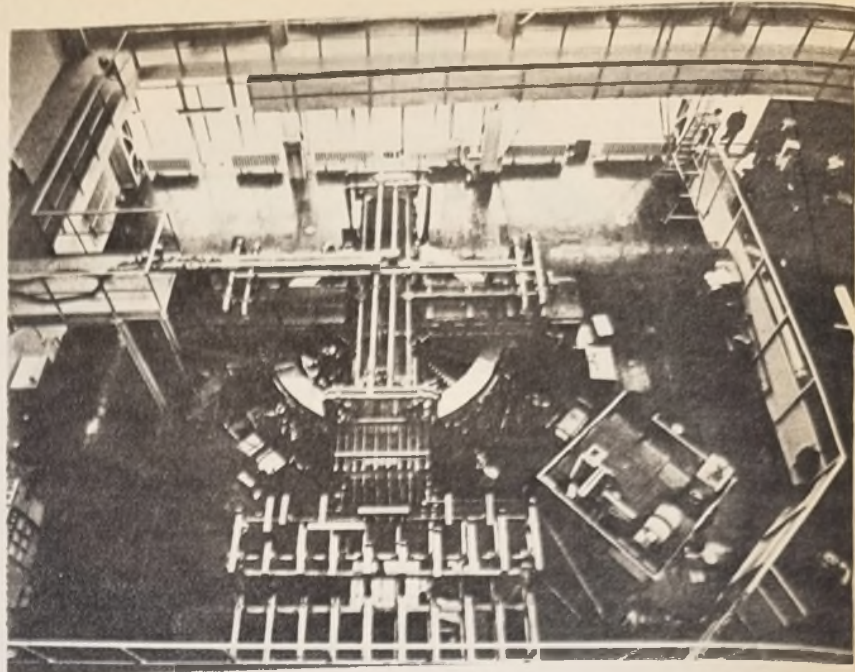
Первым доводом в пользу этой теории явилось полученное в 1973 г. в Европейском центре ядерных исследований (ЦЕРН) в Женеве экспериментальное подтверждение существования нейтральных токов, наличие которых было существенным элементом выдвинутой теории. Решающее подтверждение было получено в 1978 г. на Стэнфордском линейном ускорителе в США, где в результате значительного по своим результатам эксперимента был подтвержден второй аспект теории — сама ее суть, а именно единство, как и было предсказано, электромагнитной силы со слабой ядерной с точностью 1 к 4000. Эксперимент, проведенный группой проф. Барнова в Новосибирске, еще раз подтвердил этот факт.

Следующей задачей будет проверка, не является ли и третья форма энергии (сильная ядерная) частью этого единства. Вместе с другими коллегами мы разработали теоретическую формулировку и предложили ряд экспериментов для проверки правильности нашего предположения. Эти эксперименты уже начаты в США, Европе и Индии. В случае получения положительных результатов мы сможем показать в ближайшие три года, что любая ядерная сила — и не только слабая ядерная — идентична электрической, которая удерживает атом в целостности.

Затем останется последняя задача — объединение гравитационной силы с получившей недавно признание электро-ядерной силой. И в результате будет доказано, что сила, заставляющая падать яблоко и удерживающая Луну на ее орбите — сила тяготения, — представляет собой аспект того же самого единства, частью которого являются электрическая сила и ядерные силы. ■

Как было объявлено на совещании Европейского физического общества, которое проходило 14 июля в Лиссабоне, предварительные результаты эксперимента, проведенного недавно на золотых рудниках в р-не Колара (Индия) на глубине 2000 м, подтверждают теорию доктора Абдуса Салама и, по-видимому, демонстрируют тот факт, что три из четырех основных сил составляют единую электро-ядерную силу. — Редактор.

Фото © АИИ, Москва
Drawing © R. S. Pease, Culham Laboratory, U. K.



Вверху: Советская термоядерная установка «Токамак-10», на которой изучаются возможности получения энергии за счет ядерного синтеза. Для получения реакции синтеза смесь реагентов (плазму) необходимо нагреть до температуры около 100 000 000°С. Проблема заключается в том, чтобы изолировать плазму от стенок камеры. На токамаке это достигается путем удержания плазмы в магнитном поле. Плазма помещается в кольцеобразной камере с обмоткой (справа) для создания мощного магнитного поля, стабилизирующего плазму. Проходящий через саму плазму электрический ток нагревает ее и создает магнитное поле, которое и удерживает плазму от соприкосновения со стенками камеры.

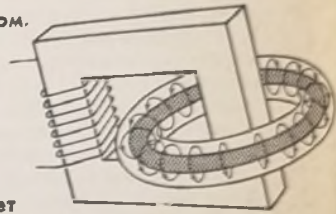


Photo © Scrobogna, International Centre for Theoretical Physics, Trieste



Когда молодые ученые из развивающихся стран возвращаются на родину после учебы за границей, на них обычно ложится большая педагогическая нагрузка, которая мешает заниматься самостоятельной исследовательской работой. У них может возникнуть ощущение оторванности от последних достижений в своей области научных знаний. Чтобы помочь им избежать такой интеллектуальной изоляции, около 20 лет тому назад в Триесте был создан Международный центр теоретической физики. Этот центр, финансируемый Италией, Международным агентством по атомной энергии и ЮНЕСКО, является тем местом, где они могут пополнить свои знания, обдумать те или иные проблемы, поработать и, главное, наладить полезные личные контакты с другими учеными. Центр был создан по инициативе проф. Абдуса Салама, который сам познал горечь интеллектуальной изоляции, когда в начале 50-х гг. после работы в Кембридже и Принстоне над вопросами физики высоких энергий он вернулся к себе в Пакистан для преподавательской деятельности. В то время он был единственным в Пакистане специалистом по теоретической физике. «Изоляция в моей области, как и в большинстве областей интеллектуальных занятий, — писал он позднее, — равносильна смерти». Сегодня проф. Салам руководит центром, который ежегодно принимает около 1500 ученых-физиков, приезжающих для работы или участия в семинарах. Вверху: проф. Поль Дирак, лауреат Нобелевской премии 1933 года по физике, читает лекцию в главной аудитории центра.

Ядерная энергия

Ядерная энергия образуется при превращении массы в энергию. Для этого есть два возможных пути. При ядерном распаде энергия выделяется тогда, когда в ядро попадает нейтрон, расщепляя его надвое. При ядерном синтезе — который на Земле осуществляется пока что лишь при взрыве водородной бомбы — два легких ядра сливаются в более тяжелое ядро, обладающее меньшей энергией. Этот процесс сопровождается высвобождением энергии.

Тепловые реакторы

Первая цепная реакция была осуществлена в помещении для игры в сквош в Чикаго в 1942 г. С тех пор было построено более 200 тепловых ядерных реакторов общей мощностью около 120 000 МВт. Они обеспечивают около 6% производства электроэнергии в мире. Более 1/3 этих реакторов находится в США и обеспечивают 12% электроэнергии в стране. Ожидается, что к 1985 г. будет действовать 414 реакторов: 196 — в Европе, 170 — в Северной Америке, 43 — в Азии и 5 — в Латинской Америке. Общая мощность их составит 307 000 МВт.

К концу века ядерная энергетика возрастет в 3 раза. Это потребует добычи 500 000 т ядерного топлива в год, и общее количество урана, использованного с начала эры ядерной энергетик, достигнет 4 млн. т. Это приблизительно равно всем известным сегодня запасам урана, добыча которых является рентабельной. Без реакторов-размножителей, которые дают больше радиоактивных материалов, чем потребляют, или без термоядерных реакторов ядерная энергетика зайдет в тупик.

Реакторы-размножители

Реактор-размножитель, который удваивает количество радиоактивных материалов за период от 6 до 10 лет, увеличивает использование топлива приблизительно в 60 раз. Таким образом, при применении реактора-размножителя имеющегося урана хватит на гораздо больший срок. Более того, в качестве основного топлива технически возможно использовать не уран, а торий. Торий во всем мире имеется гораздо больше, чем урана, и благодаря этому реакторы смогут существовать значительно дольше.

Реакторы-размножители еще находятся в стадии разработки. Некоторые из них опробуются в работе, однако ни один пока не дает промышленного тока. Первые промышленные реакторы-размножители начнут работать лишь в начале 80-х гг., а крупные установки станут давать электроэнергию не ранее 90-х гг. Технически они сложны в эксплуатации, т. к. требуют большого разнообразия радиоактивных материалов, в основном плутония, получаемого из отходов топлива теплового реактора, работающего на уране. А поскольку плутоний — материал для производства ядерного оружия, то перспектива производства и накопления больших количеств этого материала вызывает серьезные опасения. К 1985 г. потребуются около 100 т радиоактивного плутония в год, а к 2000 г. — уже около 500 т.

Реакторы-размножители имеют гораздо большую мощность на единицу объема, чем тепловые реакторы, и их приходится охлаждать жидкими металлами, такими, как натрий и калий. Жидкий натрий очень опасный материал, т. к. он воспламеняется при контакте с воздухом и взрывается при контакте с водой.

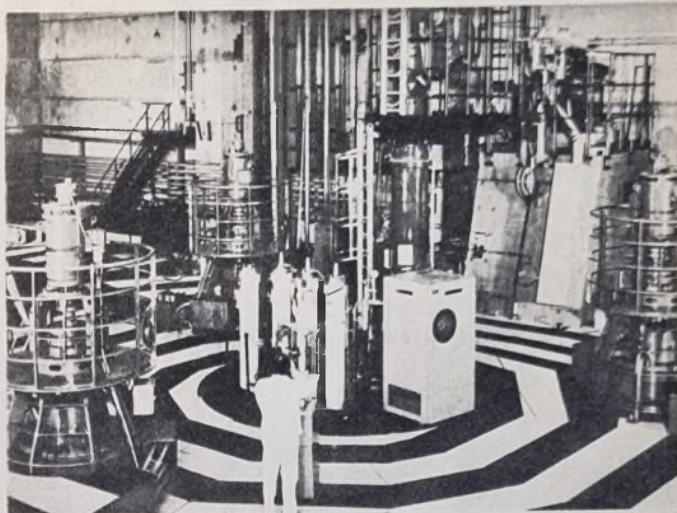
Термоядерные реакторы

Термоядерные реакторы должны работать за счет синтеза дейтерия и трития с получением изотопа гелия (инертного газа) и большого количества энергии. Дейтерий можно получать в неограниченных количествах из морской воды, а тритий — путем облучения лития (который имеется в больших количествах) нейтронами непосредственно в термоядерном реакторе. Таким образом, для термоядерного реактора нет проблем топлива. Более того, продукт синтеза стабилен и нерадиоактивен, поэтому процесс потенциально чище, чем в самом чистом реакторе распада.

Однако для получения реакции ядерного синтеза необходимо нагреть высококонцентрированную смесь дейтерия и трития приблизительно до 100 млн. градусов и удерживать ее достаточно долгое время для того, чтобы произошла реакция синтеза, не давая ей остынуть или расплавить и обрабатывать в пар все вблизи. Реакции удалось добиться в водород-

ной бомбе, однако не в лабораторных условиях. Тем не менее начиная с 1975 г. исследования в области ядерного синтеза значительно активизировались, и в настоящее время на них расходуется около 1 млрд. долл. в год. Ожидается, что в лабораторных условиях управляемый термоядерный синтез будет осуществлен в 80-х гг. Возможность промышленного использования термоядерной реакции будет доказана не раньше 1995 г., а ввод в строй демонстрационных энергетических установок ядерного синтеза может быть осуществлен в период 2005—2015 гг.

Photo Brugand — Morceau © SODEL, photothèque EDF, Paris



Имеются основания для беспокойства в отношении всех ядерных реакторов. Ни один из них не является полностью герметичным, а это означает, что каждый реактор немного повышает уровень фоновой радиации в атмосфере. Существует естественный уровень фоновой радиации, который мы к настоящему времени повысили на 1/3 в результате таких факторов, как выпадение радиоактивных осадков после испытаний ядерного оружия, медицинское использование рентгеновых лучей и даже работы телевизоров. Цветной телевизор может давать телезрителю дозу радиации до 2 миллирем в час. Для сравнения можно указать, что ядерный реактор повышает дозу для окружающего населения лишь на 5 миллирем в год, что составляет около 2—3% фоновой радиации. Так что беспокойство относительно повышения уровней радиации под воздействием ядерных реакторов необоснованно.

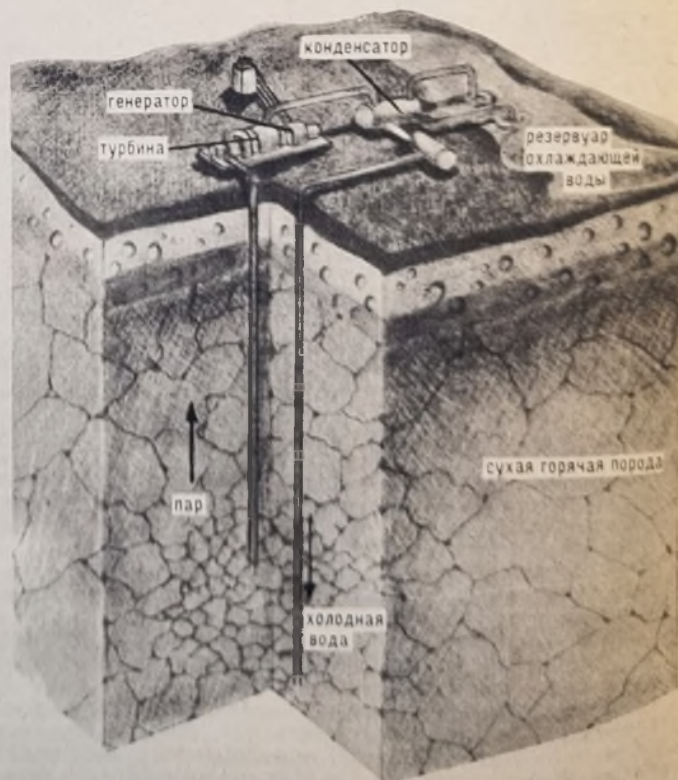
С другой стороны, не исключена возможность аварии, в результате которой близлежащие участки могут подвергнуться большому дозам радиации. В то же время практические результаты обнадеживают. В Англии в 1962—1975 гг. в ядерной промышленности зарегистрировано четыре смертных случая среди персонала [причем ни один случай не связан непосредственно с ядерными процессами], за этот же период 66 сотрудников погибли в автомобильных происшествиях. В подтверждение этого можно добавить, что шансы погибнуть в автомобильном происшествии расцениваются как 1 к 4000 в год, а вероятность серьезной аварии ядерной установки равна 1 к 5 млрд. в год. Серьезная авария ядерной установки в тысячу раз менее вероятна, чем сильное землетрясение или прорыв крупной плотины.

Однако проблема удаления радиоактивных отходов еще не нашла удовлетворительного решения. Каждый реактор мощностью в 1000 МВт дает около 9 м³ материала с исключительно высоким уровнем радиации. Прежде чем он станет безопасным, пройдут десятки тысяч лет, и все это время его надо где-то хранить. Ожидается, что эффективным будет глубокое захоронение в герметических контейнерах, однако еще не полностью устранены возможные опасные последствия. Проблемы безопасности на реакторах-размножителях могут оказаться очень серьезными, как потому, что им требуется больше топлива, которое можно использовать для производства ядерного оружия [к тому же оно является наиболее токсичным из известных материалов], и частично потому, что используемые для их охлаждения жидкие металлы сами по себе очень опасны. Ни одна из этих проблем не является технически непреодолимой, однако они значительно серьезней, чем проблемы классических реакторов. Вверху: экспериментальный реактор-размножитель в Айдахском отделении Аргоннской национальной лаборатории.



Photo © A. Ten Dam, Paris

Геотермальная энергия вырабатывается в ядерном реакторе, созданном самой природой, где происходит радиоактивный распад изотопа калия и других элементов, рассеянных в земной коре. С каждым километром в глубь земли температура повышается на 30°C . В некоторых районах геологическая активность усиливает этот эффект и температура может подниматься до 80°C на км. Там, где происходит циркуляция грунтовых вод, проникающих через песчанник и другие пористые породы, тепло передается воде, которая может естественным путем выходить на поверхность в виде горячих ключей или гейзеров или добываться с помощью бурения. Однако поскольку вес горных пород делает земную кору водонепроницаемой на глубине свыше 4 км, пар геотермального происхождения редко имеет температуру выше 300°C , что ограничивает эффективность его использования. Кроме того, вода и пар зачастую обладают коррозионными свойствами и с трудом могут быть использованы в обычных турбинах. Возможно, что новые конструкции турбин позволят преодолеть эти трудности. Когда геотермальная энергия поступает только в виде горячей воды, последняя может быть использована для обогрева помещений, парников и теплиц или же для предварительного подогрева воды, используемой в обычных парогенераторных силовых установках. Италия первой применила геотермальную энергию для своей сети электрифицированных железных дорог. Новая Зеландия, Исландия, Франция и Япония используют геотермальную энергию для обогрева помещений. Перспективными зонами являются также Африканский разлом и окраины Тихоокеанского бассейна. Большие надежды возлагаются на использование тепла горячих сухих пород, которые встречаются гораздо чаще, чем геотермальные районы с пористыми породами. Вода, закачиваемая через одну скважину, проходит через трещины в породе и поднимается по другой скважине. Основная проблема — это насколько быстро будет остывать горячая порода (нагревается вновь она очень медленно). Себестоимость производства геотермальной электроэнергии на данном этапе делает ее конкурентоспособной с атомными и тепловыми электростанциями, работающими на жидком топливе. Вверху: район гейзеров в Калифорнии. Справа: принципиальная схема геотермального парогенератора.



Геотермальная энергия

Каждый квадратный метр поверхности Земли постоянно излучает около 0,06 Вт — слишком малая величина, чтобы ее мог ощутить человек, — однако в целом наша планета ежегодно теряет около $2,8 \times 10^{14}$ кВт·ч. При таких темпах Земля должна бы остыть до температуры космического пространства через 200 млн. лет. Но тот факт, что Земле уже 4,5 млрд. лет, означает, что энергия поступает изнутри ее, и именно от нагрева в результате радиоактивного распада определенных изотопов в горных породах земной коры. Таким образом, геотермальная энергия — это фактически разновидность ядерной энергии.

Тепло Земли используется человеком издавна — еще римляне пользовались термальными водами для бань. В настоящее время действуют около 20 геотермальных электростанций мощностью от нескольких МВт до 500 МВт каждая. Их общая мощность около 1,5 ГВт.

Геотермальная энергия может быть использована только там, где она обнаруживается близко к поверхности Земли. Это чаще всего бывает в районах вулканической или сейсмической активности. Среди стран, использующих в настоящее время геотермальную энергию, можно назвать США, СССР, Новую Зеландию, Японию, Сальвадор, Мексику, Филиппины, Исландию, Италию, Францию и Венгрию.

Франция и Венгрия используют горячую воду для обогрева помещений. Большинство других стран используют либо сухой пар, либо перегретую воду под давлением для вращения турбин электрогенераторов. Это наиболее простые формы использования геотермальной энергии. Однако в раскаленных породах земной коры содержится большое количество энергии. Закачивая в эти горизонты холодную воду, можно было бы получать пар или перегретую воду под давлением. В этой области сейчас проводятся широкие исследования, и если они увенчаются успехом, то значение геотермальной энергии возрастет во много раз.

Существуют широкие перспективы использования геотермальной энергии, особенно в неисследованной области отвода тепла из раскаленных горных пород и эксплуатации доистинные огромных запасов горячих подземных вод, которые можно использовать для отопления помещений и теплиц. Геотермальная энергия имеет также то преимущество, что она почти безвредна для окружающей среды. Однако, по сути дела, это конечный источник, поскольку содержащаяся в земной коре энергия по мере ее использования постепенно подходит к концу. В среднем одна скважина может дать около 5 МВт, и срок ее действия — 10—20 лет.

Новые и возобновляемые источники энергии: социально-экономические аспекты

Борис М. Берковский

Социально-экономические причины, сдерживающие широкое использование нетрадиционных источников энергии в мире, не всегда и не всеми четко осознаны. Одной из них является высокая капиталоемкость возобновляемых источников энергии, объясняемая прежде всего стоимостью необходимого оборудования. Анализ ориентировочных оценок стоимости электроэнергии, вырабатываемой от использования возобновляемых источников энергии, показывает, что только крупные гидроэлектростанции могут — при благоприятных условиях строительства и эксплуатации — конкурировать с мощными электростанциями, работающими на угле или ядерном топливе.

Уникальные гидроагрегаты, введенные в эксплуатацию на Саяно-Шушенской, Усть-Илимской, Нурекской и других гидроэлектростанциях, в немалой степени способствовали тому, что выработка электроэнергии в Советском Союзе выросла в 70-е гг. в два раза (по сравнению с 60-ми гг.). А построенный с помощью Советского Союза гидроэнергетический комплекс Ас-Саура в Сирии дает свыше 70% вырабатываемой в стране электроэнергии.

В некоторых районах [число их незначительно] экономично отдавать электроэнергию могут и геотермальные станции средней мощности. Все остальные возобновляемые энергоресурсы, о которых речь идет ниже, из-за их рассредоточенности, непостоянства во времени, прерывности, необходимости установки дублирующей мощности и определенного риска, поскольку они требуют использования неопробованных методов, технологий и процессов, неэкономичны по сравнению с объединенными в энергосистему тепловыми и атомными электростанциями.

Предлагаемые новые крупномасштабные технологии использования солнечной энергии в космосе, температурного градиента тропических морей и т. п. при более детальном рассмотрении оказываются во много раз дороже, чем по предварительным оценкам. Подсчеты показывают, что для производства энергии, необходимой для освещения квартир небольшого города с населением 10 000 человек, потребуется затратить от 10 000 до 40 000 человеко/часов. В традиционной энергетике на органическом топливе этот показатель составляет всего 200—500 человеко/часов.

Высокая материалоемкость — следующий фактор, мешающий использовать как солнечную энергию, так и другие новые и возобновляемые источники энергии.

Например, чтобы коллекторы солнечной установки ежегодно «собирали» энергию в 1Q [в 1975 г. мировое потребление электроэнергии составило 0,25 Q], их нужно разместить на площади не менее 130 000 км² — территория такой страны, как Греция или ЧССР.

Это влечет за собой значительный расход материальных ресурсов. Согласно расчетам, изготовление простейших солнечных коллекторов [зачерненный металлический, как правило, алюминиевый, лист, внутри которого располагаются трубы с циркулирующей в ней жидкостью] требует 10 кг алюминия на 1 м², т. е. на изготовление солнечных коллекторов на 1 км² площади пойдет 10 000 т алюминия.

Необходимость отчуждения значительных территорий суши и моря — еще одно условие для крупномасштабного производства энергии с помощью прямого преобразования солнечной энергии и использования тепловой энергии морей и океанов. Расчеты, выполненные компетентными коллективами ученых, показывают, что для того, чтобы ежегодно получать за счет тепла морей и океанов 1Q энергии, необходимо отвести под установки для преобразования этого тепла практически все тропические и субтропические моря, что, естественно, нанесет ущерб судоходству и рыбному промыслу. Кроме того, понижение температуры верхних слоев тропических морей на 1° — вследствие такой эксплуатации — может привести к понижению среднегодовой температуры тропиков и оказать значительное влияние на климат в глобальном масштабе, что изменит привычные условия существования на всей Земле.

Основные сдерживающие факторы внедрения новых и возобновляемых энергий — это их высокая капиталоемкость, высокая материалоемкость, необходимость отчуждения значительных территорий суши и моря, нехватка, а зачастую и полное отсутствие квалифицированных специалистов, отсутствие специализированной и информационной инфраструктуры, юридические и административные трудности. Статус нетрадиционных источников редко определен в законодательстве достаточно четко, что приводит к столкновению интересов, и урегулирование таких конфликтов иной раз занимает слишком много времени.

Таким образом, перечисленные факторы, присущие развитию нетрадиционных видов энергии, являются серьезным барьером на пути их крупномасштабного развития. Проблема требует комплексного подхода на государственном уровне, разработки и выполнения соответствующих долгосрочных планов и программ, широкого международного сотрудничества, в котором ЮНЕСКО могла бы сыграть далеко не последнюю роль.

БОРИС МИХАЙЛОВИЧ БЕРКОВСКИЙ — советский ученый, специалист в области теплофизики, доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией вычислительных методов теплофизики и энергетики Института высокой температуры СССР. В 1973—1979 гг. работал в ЮНЕСКО, вел программу «Научно-технические проблемы энергетики». Автор более 100 работ, в том числе 5 монографий, изданных на русском и на иностранных языках.



Photo © JAMSTEC/International Energy Agency

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ МИРА (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Приливы

В приливных волнах Мирового океана имеется около 3 ТВт энергии. Однако ее получение рентабельно лишь в нескольких районах планеты, там, где приливы особенно высоки, например в некоторых районах Ла-Манша и Ирландского моря, вдоль побережья Северной Америки и Австралии и на отдельных участках Белого и Баренцева морей. Фактически в мире существует 24 точки, где можно поставить приливные станции, поэтому энергию приливов едва ли можно считать глобальным ресурсом.

По техническим причинам приливные станции работают лишь на 25% своей нормативной мощности, так что из общего потенциала в 80 ГВт может быть использовано лишь 20 ГВт. Пока построена лишь одна крупная приливная станция близ Ла-Ранс (Франция) проектной мощностью 240 МВт, которая при довольно небольших затратах производит 60 МВт. Сейчас проводится изучение другого большого участка во Франции, приливная энергия которого составляет 12 000 МВт, а также участка в заливе Фанди на побережье Северной Америки мощностью 3800 МВт.

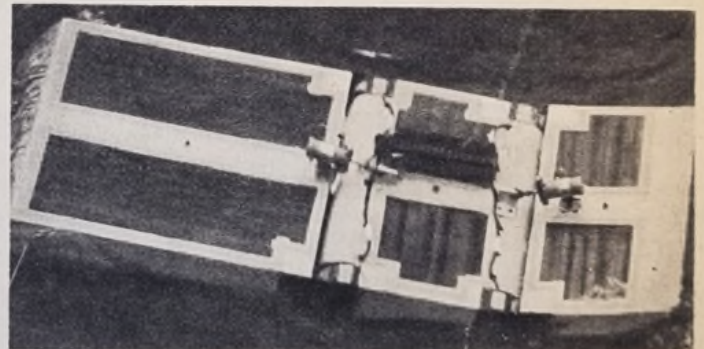
Волны

Еще 3 ТВт энергии скрыто в волнах океана. Обычная волна в Северном море содержит 40 кВт энергии на каждый метр длины на протяжении 30% времени своего существования и около 10 кВт на метр в течение 70% времени. Расчетные данные в том, какую энергию можно получить от волн, сильно расходятся. Согласно одним, это составит 100 ГВт во всем мире, по другим — 120 ГВт можно получить лишь у берегов Англии. Однако на данный момент все это представляет лишь теоретический интерес, ибо действующих волновых электростанций не существует. Построены и проходят испытания несколько экспериментальных прототипов. Ведущее место в этой области исследований занимают Англия и Япония.

Ветер

Дующие на Земле ветры обладают энергией в 2700 ТВт, и ветряные мельницы тысячелетиями использовали лишь ничтожную часть этой энергии. Сейчас вновь пробудился интерес к энергии ветра, однако здесь есть две основные проблемы. Первая — это та, что ветер дует непостоянно, и поэтому

Начиная с 1965 г. в Японии применяются сигнальные морские буй, работающие на энергии волн. Изобрел их японский инженер Йошио Масуда. Каждый буй снабжен электрогенератором, работающим от воздушной турбины низкого давления, которая приводится в действие воздушным насосом, работающим под воздействием волн. Выработываемый при этом слабый электрический ток подается на лампы накаливания сигнального буя. В настоящее время предпринимаются попытки использовать этот же принцип для получения энергии в более крупных масштабах на базе экспериментального морского судна-буя «Каймей» (вверху), спроектированного Японским морским научно-техническим центром. Плоты Кокерелла (внизу) работают по другому принципу. Названные по имени своего изобретателя Кристофера Кокерелла, который более известен как создатель судна на воздушной подушке, эти плоты представляют собой сочлененные платформы, преобразующие энергию сочлененных движений волн. Показанная на нашем снимке опытная модель в 100 раз меньше той, которая потребуется в условиях Атлантики.



необходимо каким-то образом накапливать выработанную им энергию, что во много раз увеличивает затраты. Вторая — энергия ветра весьма рассеяна, и, чтобы уловить одинаковое количество энергии ветра и солнца, в первом случае требуется в 5 раз больше площади, чем под солнечные коллекторы, хотя, конечно, большая часть площади, где установлены ветряные установки, может использоваться одновременно и под сельское хозяйство.

Энергия ветра удобна для удовлетворения местных потребностей малого масштаба, однако для того, чтобы ее доля в энергетическом балансе возросла, необходимо разработать установки мощностью от 100 кВт до нескольких МВт. В настоящее время испытывается несколько таких установок; самая крупная из них находится в штате Северная Каролина, США.

Из 2700 ТВт энергии ветра лишь 1/4 часть находится на высоте до ста метров над поверхностью Земли. Если на всех континентах построить ветряные установки, беря в расчет только поверхность суши и учитывая неизбежные потери, то это может дать максимум 40 ТВт. Однако даже 1/10 часть этой энергии превышает весь гидроэнергетический потенциал.

Photo © United Kingdom Atomic Energy Authority

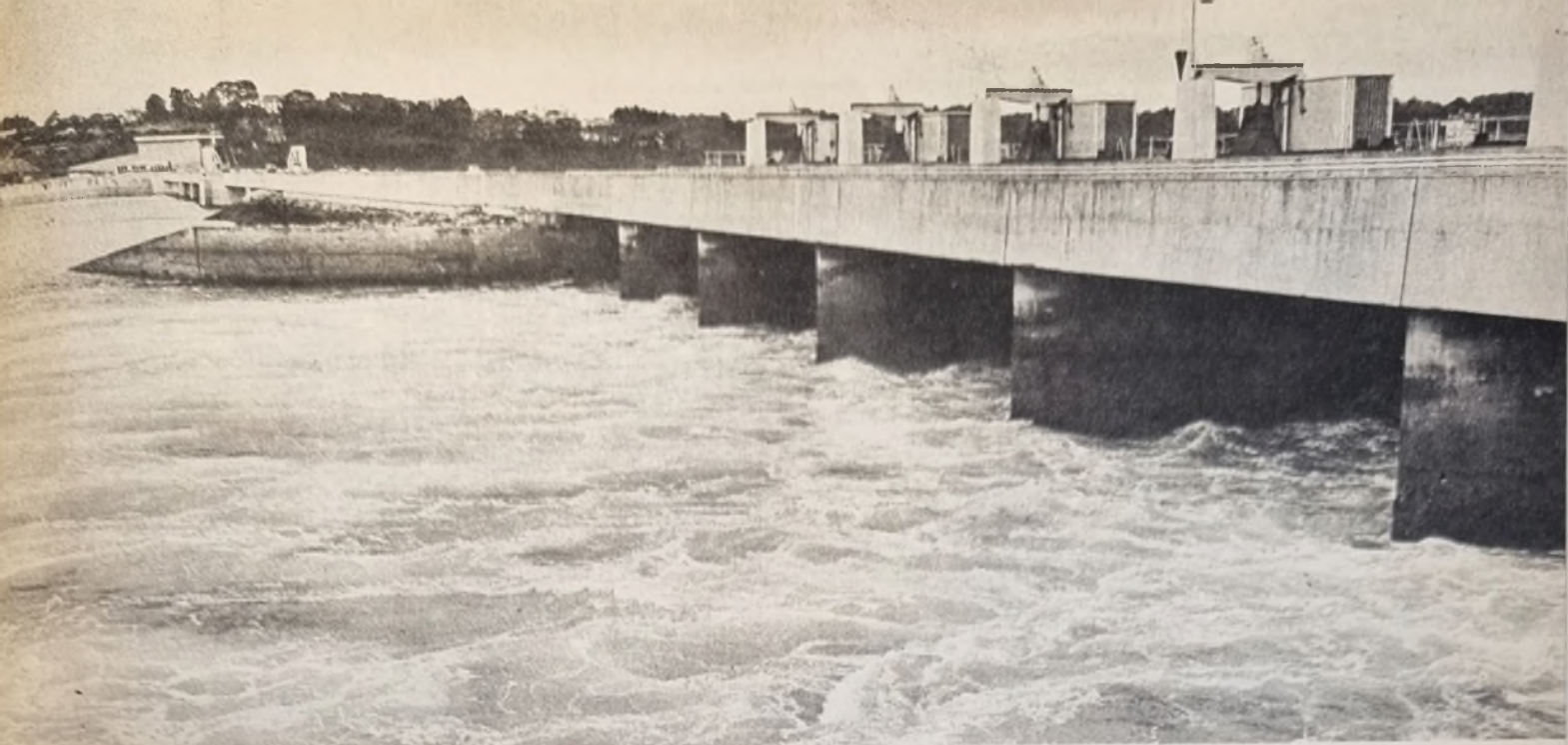


Photo Pavlovsky © Sygma, Paris

Вверху: приливная электростанция в Ла-Ранс (Франция). Справа — новый ветротурбинный генератор на о-ве Блок, штат Род-Айленд, США. Размах лопастей составляет около 38 м, и при скорости ветра 30 км/час генератор дает столько энергии, что ее достаточно для удовлетворения бытовых потребностей 50 средних американских семей. Внизу: ветряная водокачка в р-не Гезиры (Судан).

Photo Eric Schwab, Unesco



Photo © NASA, Washington, D. C.





Фото П. Малиновский © АПН, Москва

Гидроэлектроэнергия вырабатывается силой воды, которая проходит через турбины. Количество производимого электричества зависит от массы воды и скорости ее прохождения через турбины.

Капитальные затраты высоки, однако расходы по эксплуатации и обслуживанию сравнительно низкие, и продукцию гидроэлектростанций, срок эксплуатации которых достигает 100 лет, можно считать не подверженной инфляции. За последние годы большой упор делается на масштабность экономии этого вида энергии. Мировой гидроэнергетический потенциал составляет 2,2 млн. МВт, из которых используется только 18%. Норвегия, Канада, Швеция, Бразилия и Шри Ланка 3/4 своей энергии вырабатывают на гидроэлектростанциях.

Социальные и экологические последствия некоторых наиболее крупных проектов несколько снизили высокую репутацию гидроэнергетики. Строительство гидроэлектростанций зачастую ведет к затоплению плодородных земель, перемещению сельского населения, повышению опасности эпидемий и климатическим изменениям. За последнее время вновь возрос интерес к небольшим

гидроэлектростанциям, которые могут быть построены в развивающихся странах. Такие проекты могут осуществляться на местах без подключения к централизованной системе энергоснабжения и без учета структуры спроса на электроэнергию. Они могут стать ядром и базой индустриализации в сельских районах, содействуя использованию местных материалов и рабочей силы и прелятствуя оттоку населения. В Китае построено более 90 тыс. мелких ГЭС, и даже такие богатые страны, как Франция и Швеция, осваивают тысячи участков, пригодных для строительства мелких станций. Установки двойного назначения на гидроэлектростанциях в развивающихся странах могли бы давать механическую энергию для помола зерна днем и электрическую — для освещения и приготовления пищи вечером. Технические усовершенствования и унификация узлов должны снизить себестоимость установок на 20—30% по сравнению с нынешней. Вверху: Усть-Илимская ГЭС в Восточной Сибири. Справа: малая ГЭС в уезде Йонган, Восточный Китай. Внизу: плотина Кариба на р. Замбези, на границе Замбии и Зимбабве, которая дает 8 млн. кВт · ч электроэнергии в год.

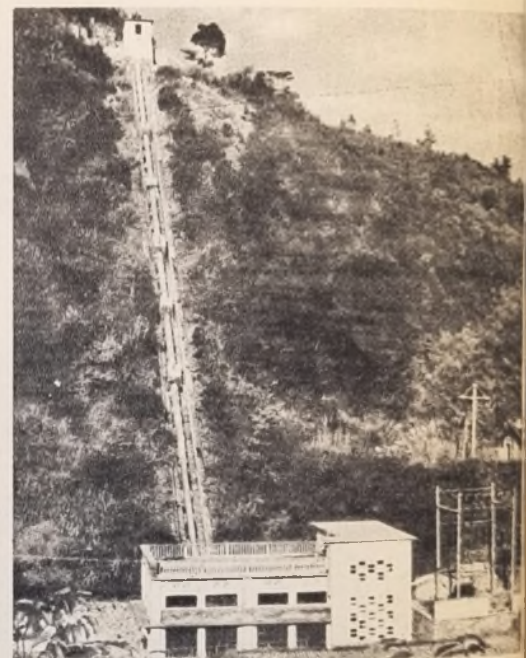
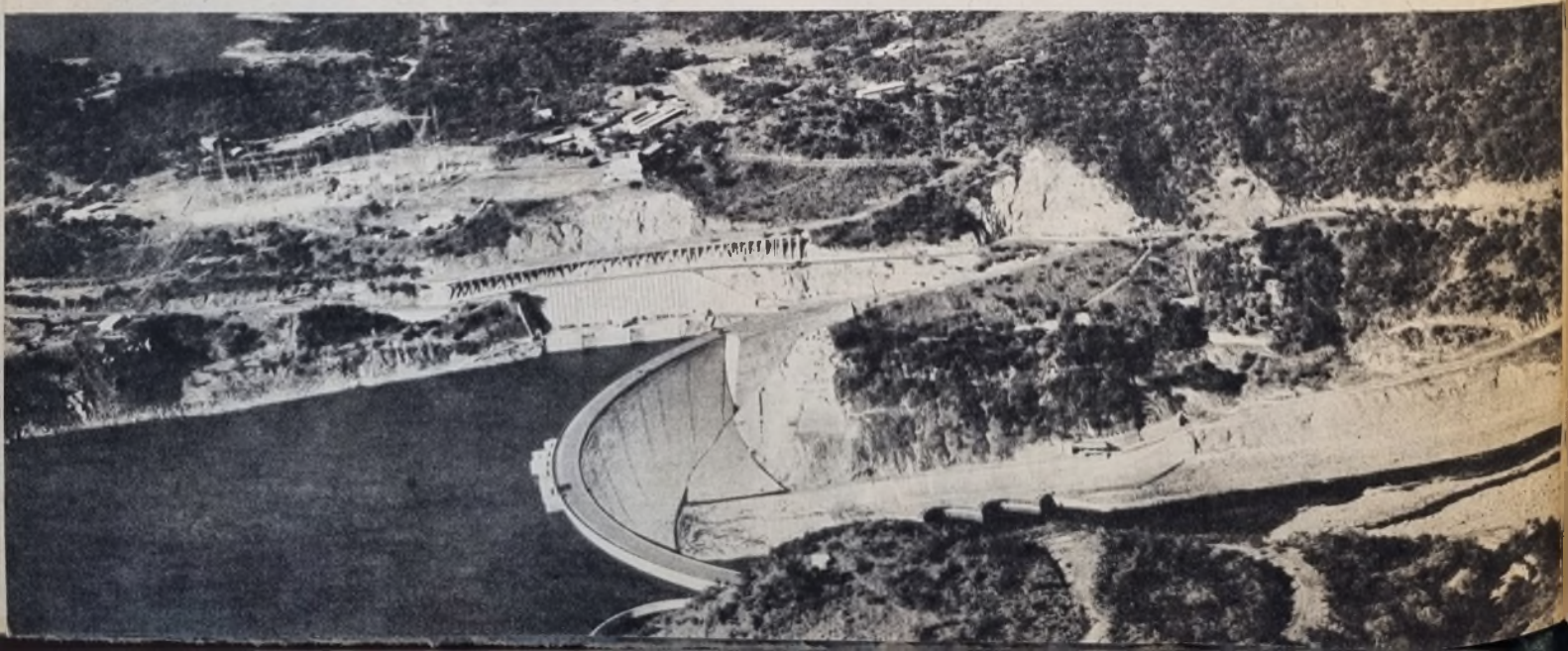


Photo Li Kaiyuan © New China Pictures, Peking

Source: United Nations «Development Forum», 1981

Photo Paolo Koch © Rapho, Paris



Гидроэнергия

На Земле имеется 10^{18} т воды. Однако лишь $1/2000$ часть ее ежегодно вовлекается в круговорот, испаряясь и вновь выпадающая на поверхность в виде дождя или снега. Но даже эта ничтожная доля составляет $500\,000\text{ км}^3$ воды. Ежегодно из океанов испаряется $430\,000\text{ км}^3$ воды и с суши — $70\,000\text{ км}^3$. Из них $390\,000\text{ км}^3$ выпадает в виде осадков обратно в океаны и $110\,000\text{ км}^3$ — на сушу. Таким образом, ежегодно $40\,000\text{ км}^3$ воды стекает с континентов в океаны. Средняя высота континентов — 800 м , и отсюда легко подсчитать, что общая потенциальная гидроэнергия на земном шаре составляет 10 ТВт (примерно нынешний объем общемирового потребления энергии).

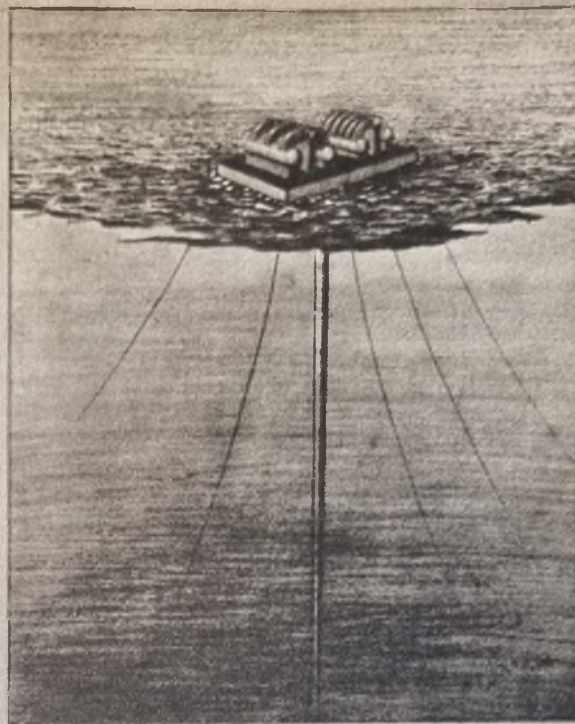
Однако лишь малая часть — около 15% — может быть рентабельно использована, что дает потенциал $1,5\text{ ТВт}$. По состоянию на 1975 г. годовое производство гидроэлектроэнергии составляло 11% от этой части. Здесь еще многое предстоит сделать, особенно в странах Африки и Азии, огромные возможности которых используются минимальным образом.

Полвека тому назад около 40% электроэнергии в мире вырабатывали гидростанции. Сегодня эта цифра упала до 23% , но это все же значительно больше энергии, вырабатываемой атомными электростанциями. В некоторых странах Латинской Америки до 80% потребности в электроэнергии удовлетворяется гидростанциями.

В настоящее время действует более 70 гидроэлектростанций мощностью выше 1000 МВт . Некоторые имеют мощность до $10\,000\text{ МВт}$. И работают миллионы установок мощностью всего несколько кВт. Положительными сторонами гидроэнергетики является то, что она использует возобновляемый источник и обладает высоким КПД, поскольку электричество получается непосредственно из механической энергии, а не тепловой, и дает возможность использовать установки практически любого размера.

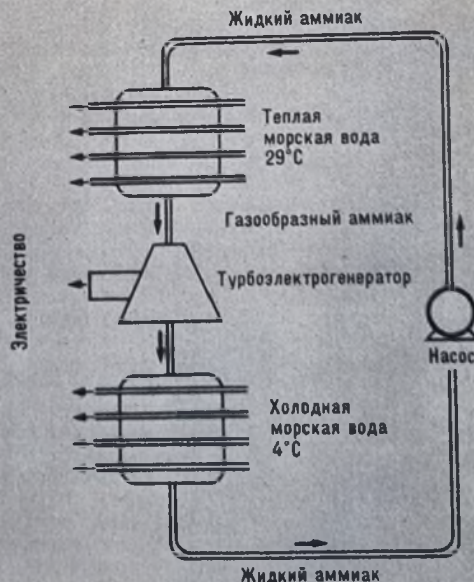
Тепловая энергия океанов

В океанских течениях заключено $5\text{--}8\text{ ТВт}$ энергии. Попытки использовать часть этой энергии с помощью специальных турбин все еще выглядят несколько футуристически. Однако перепад температур между холодными водами на глубине нескольких сот метров и теплыми водами на поверхности океана представляет собой потенциально огромный источник энергии, оцениваемый в $20\,000\text{--}40\,000\text{ ТВт}$, из которых практически могут быть освоены лишь 4 ТВт . Система отбора этой энергии, которая основывается на работе турбины от существующих малых перепадов температуры, обладает очень низким КПД. Тем не менее сейчас испытываются малые установки, а прототип мощностью 100 МВт планируется создать где-то после 1985 г. Получаемую энергию можно передавать на берег или использовать для небереговой добычи полезных ископаемых или других ресурсов.



Drawing © CNECO, Paris

Мировой океан поглощает почти 70% солнечной энергии, падающей на Землю. Преобразование тепловой энергии океана дает возможность эксплуатировать этот огромный резерв энергии, используя перепад температур между нагреваемыми Солнцем поверхностными водами и водами морских глубин. В настоящее время проводятся эксперименты с двумя такими системами: «закрытой» и «открытой». На рисунке внизу показана работа первой системы. Насос обеспечивает циркуляцию аммиака, имеющего очень низкую температуру кипения, в замкнутом контуре. Теплая океаническая вода нагревает аммиак (верхняя часть схемы), который переходит в газообразное состояние и в этом виде поступает на турбину, где он расширяется и приводит в действие генератор. Оттуда он выходит с пониженной температурой и при меньшем давлении и пропускается через теплообменник, использующий холодную воду; газ сжимается, и цикл повторяется вновь. В «открытой» системе в качестве рабочего тела используется морская вода; ее температура кипения снижается в вакуумной камере, где поддерживается давление на уровне $3,5\%$ нормального атмосферного. Вверху: рисунок плавучей океанической электростанции открытого типа, разрабатываемой в настоящее время Национальным центром эксплуатации океанов [Франция].



Drawing © R. A. Meyer, OTEC, Chicago

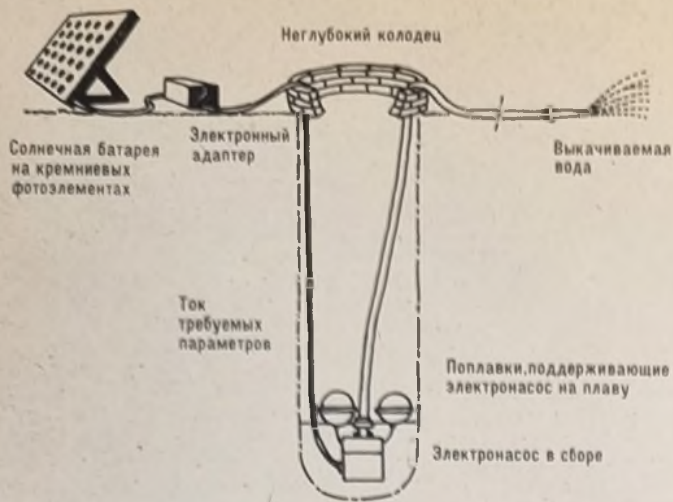


Diagram from United Nations «Development Forum», 1981

Обсуждение проблем солнечной энергетики обычно сводится к вопросам технологии и себестоимости, однако для широкого и успешного внедрения солнечной энергетики необходимо принять решительные меры по ознакомлению широкой общественности с этим новым источником энергии, чтобы заручиться пониманием и поддержкой населения. Внизу: в школе в Тивертоне (Англия), где имеется солнечная установка для отопления помещения и нагрева воды в бытовых целях, а также теплоколлекторы и система рециркуляции дождевой воды, приводимая в действие ветряной установкой. Все элементы системы расположены на виду и окрашены в разные цвета, чтобы можно было проследить их по всему зданию. Дети следят за показаниями приборов, чтобы знать, сколько потребляется в данный момент энергии. Вверху: схема работы простого водяного насоса на фотоэлементах. Вверху справа: сотрудник научного института в Мексике проверяет работу солнечных батарей, предназначенных для использования в сельских районах. Справа: солнечная теплостанция в Сенегале.

Photo © Devon County Council Photographic Unit, U. K.

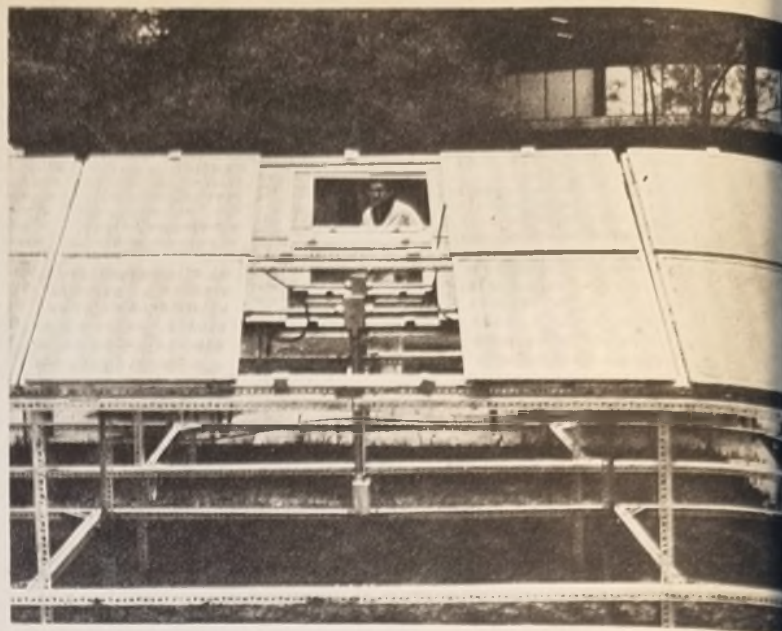


Photo © Christian Schlaepfer, R and D Mexico



Photo © Unesco Features



Мы все воспринимаем Солнце как должное. Постоянно и неукоснительно оно встает утром и садится вечером. По сравнению с возрастом человечества Солнце существует вечно, давая Земле свою животворную энергию. Солнце — это специфический гидродинамический объект диаметром 1 390 000 км, который образовался из облака газа, в основном водорода. Температура его недр настолько высока, что обеспечивает синтез водорода в гелий. Этот синтез, происходящий в недрах Солнца, высвобождает энергию в виде высокочастотного электромагнитного излучения, которое, переизлучаясь, постепенно доходит до его поверхности. Излучение, которое достигает в конечном итоге Земли, исходит из тонкого поверхностного слоя Солнца, довольно плохо пропускающего видимый свет и называемого фотосферой. Энергетическая

отдача Солнца равнозначна сжиганию или превращению в энергию массы в количестве $4,2 \times 10^6$ т в секунду. Учитывая, что общая масса Солнца составляет 22×10^{26} т, легко подсчитать, что Солнце будет продолжать выделять энергию еще в течение 2000 млрд. лет. Электромагнитное излучение фотосферы Солнца распространяется в космическом пространстве со скоростью света ($300\,000$ км/сек) в виде расходящихся лучей. Земля, находящаяся на расстоянии 150 млн. км, получает приблизительно 2 миллиардные доли общего излучения Солнца. Общее количество солнечной энергии, достигающей поверхности Земли за год, в 50 раз превышает всю ту энергию, которую можно получить из доказанных запасов ископаемого топлива, и в 35 000 раз превышает нынешнее ежегодное потребление энергии в мире.

Солнечная энергия

Среднее количество солнечной энергии, попадающей в атмосферу Земли, огромно — около 1,353 кВт/м², или 178 000 ТВт. Гораздо меньшее ее количество достигает поверхности Земли, а доля, которую можно использовать, еще меньше. Далее, общий потенциал следует рассчитывать на основе солнечной энергии, падающей на свободные необрабатываемые земли. Среднегодовая цифра в этом случае составит около 10 000 ТВт, что примерно в 1000 раз превышает внешнее потребление энергии во всем мире.

Максимальное солнечное облучение достигает 1 кВт/м², но это длится лишь в течение 1—2 часов в разгар летнего дня. В большинстве районов мира среднее облучение солнечным светом составляет порядка 200 Вт/м². Африка и Азия представляются наиболее подходящими континентами для сбора солнечной энергии.

Хотя солнечная энергия весьма рассеяна, она очень удобна тем, что ее легко приспособить для различных нужд без больших затрат. Нагрев воды для бытовых целей — наиболее известное ее применение, и в Израиле каждая пятая семья имеет солнечный коллектор на крыше своего дома. Солнечная энергия может также применяться для сушки урожая, кондиционирования воздуха, обогрева помещений, подъема и опреснения воды и для получения высоких температур и электричества. Наивысшей температурой, достигнутой на сегодняшний день, является температура около 4000°К, полученная в солнечной печи на Пиренеях, где зеркала, расположенные на большой площади, улавливают солнечную энергию и направляют ее на нагревательную установку.

Получение электричества из солнечного света представляется наиболее перспективным направлением. Один из методов заключается в нагреве парового котла турбины с помощью системы зеркал, собирающих солнечный свет. Сейчас повсюду предпринимаются попытки создать солнечные установки подобного рода мощностью в несколько киловатт. Кроме того, имеется более десятка разработок крупных солнечных энергетических установок с применением в основном тех же методов. Солнечная электростанция мощностью в 10 МВт потребует около 2000 рефлекторов площадью по 25 м² каждый.

Другой путь — использование фотоэлементов, которые непосредственно преобразуют солнечную энергию в электричество, обычно с КПД 10—15%. Небольшие установки мощностью 250—1000 кВт уже существуют, однако они дороги из-за высокой стоимости фотоэлементов, которая достигает 10 долл. на 1 Вт. При массовом производстве таких установок в дальнейших исследованиях есть надежда сократить затраты до 0,5 долл. на 1 Вт — уровня, при котором станет осуществимой электрификация изолированных деревень с помощью фотоэлементных установок.

Солнечную энергию Сахеля на службу человеку: исследование ЮНЕСКО

В технико-экономическом обосновании, подготовленном недавно ЮНЕСКО для Регионального центра солнечной энергетики, которой предполагается создать в Бамако (Мали), прогнозируется резкое сокращение стоимости фотоэлектрических элементов (солнечных батарей, непосредственно преобразующих солнечный свет в электричество) к 1985 г., которое можно сравнить с падением цен на транзисторы в 60-х гг.

Решение о создании этого регионального центра было принято в октябре 1978 г. на совещании глав шести государств, образующих Западно-Африканское экономическое сообщество — Бергер Слоновой Кости, Мали, Мавритания, Нигер, Сенегал и Верхняя Вольта. Это свидетельствует о твердом намерении стран Сахельского региона разрешить свои энергетические проблемы и сделать шаг вперед к большей технической независимости.

Цель исследования ЮНЕСКО, которое легло в основу технико-экономического обоснования, — разработать принципы и процедуры для организации, финансирования и планирования работы регионального центра, который был задуман как крупный опытно-показательный, учебный и научно-производственный комплекс по проблемам солнечной энергии, по подготовке специалистов, проведению исследований и изготовлению оборудования. Исследование включает в себя углубленный анализ энергетической ситуации и потребностей шести стран сообщества с учетом как традиционных, так и новых и возобновляемых источников энергии. Особое внимание уделено энергии Солнца и ветра.

Из всех возобновляемых источников энергии самым дешевым является гидроэнергия, и везде, где уровень энергопотребления высок, а расстояние оправдывает установку трансформаторных станций и прокладку линий электропередач, этой альтернативе следует отдавать предпочтение.

Там же, где потребление энергии является невысоким, а расстояние настолько велико, что прокладка высоковольтных линий и установка трансформаторных станций нерентабельны, наилучшим выходом является сооружение местных солнечных или ветряных установок. Исследования ЮНЕСКО показали, что малые дизель-генераторы мощностью до 100 кВт требуют больших эксплуатационных затрат, чем солнечные или ветряные установки.

Расчеты, сделанные для исследования ЮНЕСКО на базе цен и тарифов по состоянию на май 1979 г., показывают, что солнечные водокачки расчетной мощностью до 30 кВт, используемые для ирригации в засушливых зонах, экономичнее в пересчете на 1 м³ перекачанной воды, чем дизельные. С того времени цена дизельного топлива почти удвоилась, а цены на фотоэлементы быстро снижаются, и теперь солнечный вариант водокачки, пожалуй, экономичнее уже вплоть до расчетной мощности 50 кВт на установку. В усредненных условиях такая установка может обеспечивать потребности в ирригации участка от 50 до 100 га.

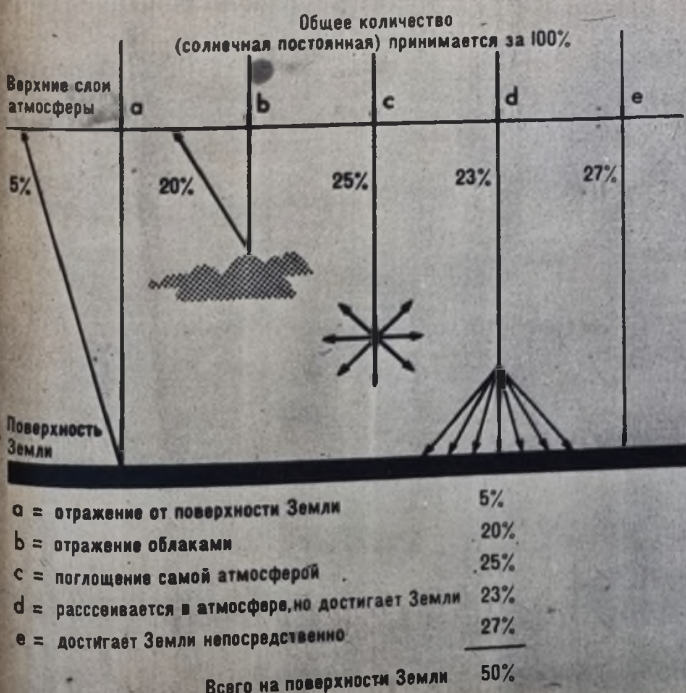
Себестоимость энергии — не единственное соображение, обуславливающее выбор. Должны быть приняты во внимание и другие факторы, такие, как надежность и срок службы выбранного оборудования; квалификация персонала, необходимого для производства, эксплуатации и обслуживания этого оборудования; легкость повышения или сокращения эксплуатационной мощности; возможности полного или частичного производства необходимого оборудования в данной стране. По всем этим параметрам солнечные установки на фотоэлементах имеют явное преимущество перед такими альтернативными системами, как дизельные, солнечные термодинамические или ветряные.

Солнечные установки на фотоэлементах практически не требуют ни обслуживания, ни запасных частей, ни контроля со стороны квалифицированных специалистов. Они работают сами по себе и требуют лишь простой ежемесячной проверки. Их мощность можно легко увеличить, добавив новые блоки фотоэлементов. Кроме того, их уже можно частично производить в развивающихся странах, используя импортируемые фотоэлементы, и ожидается, что в ближайшее время сами фотоэлементы также будут производиться в странах-потребителях.

Многие промышленно развитые страны сейчас прилагают большие усилия по усовершенствованию и упрощению технологии производства фотоэлементов. Согласно прогнозам, цена одного элемента солнечной батареи (модуля) снизится с 13 долл. США (февраль 1970 г.) до приблизительно 0,50 долл. в 1985 г. и до 0,15 долл. в 1988 г. Такое снижение цен делает фотогальваническую солнечную энергию еще более привлекательной для развивающихся стран.

Хотя технико-экономическое обоснование ЮНЕСКО базировалось на положении в шести странах Западно-Африканского экономического сообщества, его общие выводы справедливы для всех развивающихся стран в солнечных районах мира. Следует надеяться, что основные технические ориентиры и первоочередные задачи, выдвинутые в исследовании ЮНЕСКО, будут приняты на вооружение и что широкое применение его выводов станет важным шагом к выработке новой жизнеспособной энергетической стратегии.

Прохождение солнечных лучей через атмосферу



Социальные и культурные факторы

С тех пор как мир неожиданно столкнулся с суровой действительностью энергетического кризиса, рассматривались в основном финансовые и технические препятствия, которые необходимо преодолеть для решения этого вопроса. Однако освоение новых источников энергии связано с преодолением не только финансовых и технических трудностей, но и препятствий нетехнического характера, мешающих плавному переходу к надежному сочетанию новых источников энергии.

Для рассмотрения этих проблем ЮНЕСКО и девять других организаций, занимающихся вопросами энергии, организовали Международный семинар по нетехническим препятствиям при использовании новых источников энергии в развивающихся странах, в котором приняли участие 25 специалистов из различных стран мира. Семинар проходил в Центре исследований и конференций Рокфеллеровского фонда в Белладжо на оз. Комо [Италия] с 25 по 29 мая 1981 г.

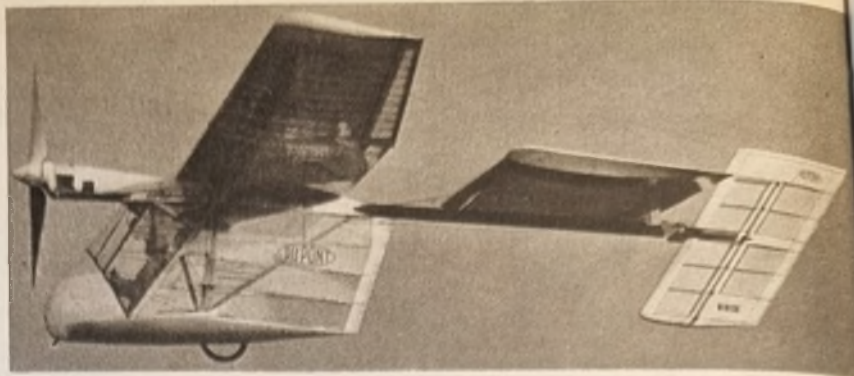
Одной из главных тем, обсуждавшихся участниками семинара, была проблема социальных и культурных последствий внедрения новых источников энергии в развивающихся странах, а также запас времени, необходимый для подготовки соответствующих социальных и организационных изменений и создания обстановки для принятия этих источников данными обществами.

В своем заключительном заявлении специалисты отметили, что трудно сказать, как именно повлияют на все общества и культуры внедрение новых источников энергии и связанные с этим сдвиги в энергетической структуре. В менее развитых странах многие препятствия социального и культурного порядка тесно связаны с проблемами нищеты. Зыбкое равновесие стратегий выживания мешает идти на риск, связанный с принятием новых технологий, и этот фактор следует особо учитывать в процессе разработки и осуществления соответствующих программ. Особую осторожность следует проявлять в отношении программ развития (лесопосадки, конструкция плит и печей, альтернативные виды топлива для приготовления пищи, например биогаз) во избежание недоразумений и возможных негативных, а не позитивных последствий.

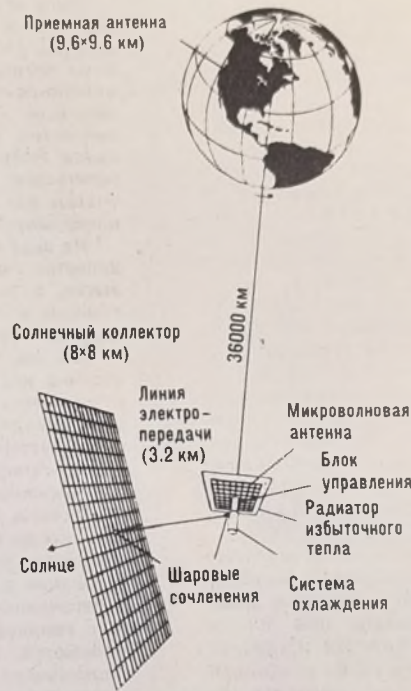
Весьма важно учитывать наличие различных групп в каждом данном обществе, с тем чтобы можно было выбирать технологии и организационные мероприятия, отвечающие потребностям людей, для которых они предназначены [мужчины, женщины, горожане, крестьяне, бедняки, землевладельцы]. Организационная структура использования новых источников энергии в развивающихся странах зачастую имеет тенденцию благоприятствовать городскому и торговому секторам, тогда как основные потребности, возможно, существуют как раз в сельском и традиционном секторах. Организационная поддержка новых и возобновляемых источников энергии в мелком масштабе на основе децентрализации может потребовать особого внимания, поскольку это не вписывается в большинство существующих схем.

Культурные традиции, поощряющие энергоемкие решения (большие автомобили, дома с системой кондиционирования воздуха и т. д.) также препятствуют внедрению новых технологий. Как развитым, так и развивающимся странам необходим образ жизни, требующий меньше энергии.

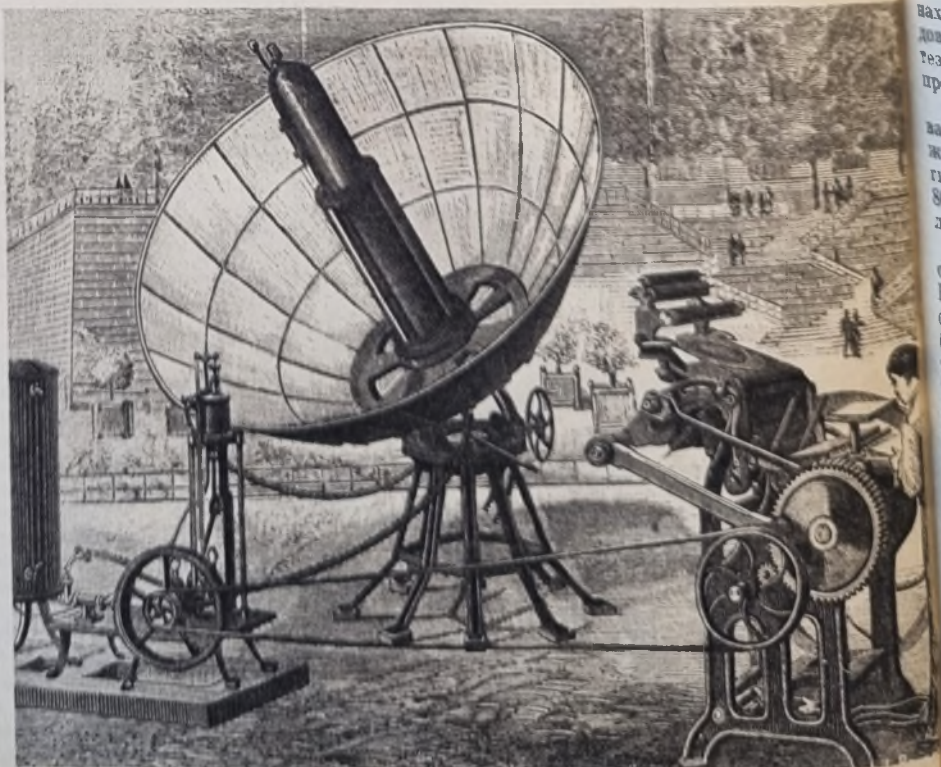
Однако культурные и социальные ценности не следует рассматривать лишь как препятствия. Поиск различных путей развития, позволяющих хотя бы частично избавиться от нынешней зависимости от традиционных видов топлива, следует базировать на этих ценностях.



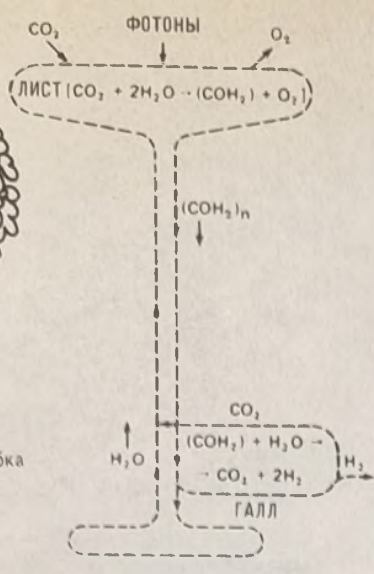
На крыльях фантазии



Drawing from «The Conversion of Energy», by Claude Summers. W. H. Freeman and Co. publishers, San Francisco



Первый перелет через Ла-Манш с использованием энергии солнца был совершен 7 июля на аппарате «Солар челленджер» [вверху], легком аэроплане из пластических материалов, который пилотировал Стефан Птачек (в переводе с чешского означает «птичка»). Перелет протяженностью 290 км длился 5,5 часа. Летательный аппарат, спроектированный и построенный в Калифорнии, имеет более 16 000 фотоэлементов, которые преобразуют солнечную энергию в электричество для мотора, вращающего пропеллер. Слева: схематическое изображение смелого проекта солнечной спутниковой электростанции, выведенной на орбиту на расстоянии 36 000 км от Земли, где энергию Солнца можно собирать практически круглосуточно. Специальный коллектор будет преобразовывать солнечную энергию в электричество и подавать его на микроволновой излучатель. Антенна излучателя направит микроволновой луч на огромную приемную антенну на Земле, где микроволны будут вновь преобразованы в электричество. Внизу: газету «печатает» Солнце — эксперимент, проводившийся в садах Тюильри в Париже еще в 1832 г. Изображенный на гравюре аппарат, который давал пар, приводивший в действие печатный станок, фактически является предком современных солнечных паровых котлов.



ВОДОРОДНОЕ ДЕРЕВО

Drawing from «Energy in a Finite World», IIASA, Laxenburg, Austria

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ МИРА (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Солнечное топливо

Солнечная энергия ассимилируется растениями с помощью механизма фотосинтеза — содержащийся в воздухе углекислый газ и солнечный свет участвуют в образовании углеводов. Все виды ископаемого топлива — уголь, нефть, природный газ и лигниты, а также древесина, сельскохозяйственные культуры и даже навоз — правильнее всего рассматривать как виды солнечного топлива. Более 95% нашего внешнего потребления энергии обеспечивается за счет солнечного топлива.

Около 90% накопленной в растениях энергии на поверхности Земли сосредоточено в деревьях. Общее количество такой энергии — около 635 ТВт-лет, что примерно равно количеству энергии, содержащейся в наших запасах угля. Однако в отличие от энергии угля эта энергия возобновляется из года в год высокими темпами. Земной урожай биомассы на суше оценивается в переводе на энергию примерно в 28,65 ТВт, т. е. в 3 раза больше внешнего общего потребления энергии во всем мире, и половине этого дают леса. Микроскопические водоросли в океанах также фиксируют энергию в размере порядка 14,35 ТВт. Это довольно умеренные цифры, основывающиеся на КПД фотосинтеза 0,2% на суше и 0,02% в океане. В действительности же процесс фотосинтеза бывает гораздо более эффективным.

Наиболее известный вид использования солнечного топлива — это сжигание дров для приготовления пищи и обогрева жилища. Во всем мире дрова дают человеку около 1—2 ТВт энергии, в основном в Африке и Азии, где лес иногда покрывает 80% потребностей в энергии. Однако это приводит к тому, что леса сводятся быстрее, чем они успевают вырастать.

Широко распространено также сжигание в качестве топлива сухого навоза, однако это ведет к потере ценного удобрения. Более эффективное использование навоза — это его анаэробная ферментация в закрытой емкости для получения метана. Небольшие установки такого рода распространены в Индии и Китае, хотя их производство является довольно дорогостоящим. Теоретически навоз от одной коровы должен давать достаточно метана для того, чтобы можно было готовить пищу для одного человека.

Аналогичный метод используется для ферментации биомассы в целях производства спирта — хорошего жидкого топлива. Пионером в этой области является Бразилия, стремящаяся в конечном итоге заменить весь бензин спиртом, получаемым из сахарного тростника и других специально выращиваемых культур. Однако даже при благоприятных условиях требуется посадить сахарный тростник на площади 1 км², чтобы обеспечить топливом 100 автомобилей. Хотя многие другие страны, в т. ч. промышленно развитые, сейчас тоже рассматривают возможность замены бензина спиртом, неизбежно возникновение конкуренции за посевные площади между «энергетическими» и продовольственными культурами.

Принципиально новый метод солнечной энергетики может возникнуть на базе биотехнологии — широкого класса систем, в основе которых лежат процессы фотосинтеза и преобразования биологической энергии. Растения издавна «умеют» использовать энергию солнечного света для разложения воды на кислород и водород, однако они делают это не специально для получения водорода, поскольку им нужен лишь при внутренних энергетических процессах в качестве реактива для усвоения углекислого газа. Однако может оказаться возможным создание новых биологических структур, которые будут вырабатывать именно водород. В Международном институте прикладного системного анализа (МИПСА) в Лаксенбурге Чезаре Маркетти разрабатывает идею, связанную с растениями, которые дают водород.

Эта идея в основном заключается в замене дорогостоящих солнечных коллекторов и солнечных батарей листьями деревьев. Гипертрофированные растительные ткани, так называемые галлы, расположенные на стволе дерева, будут генетически запрограммированы на использование солнечной энергии, усваиваемой листьями, для выработки водорода в газообразном состоянии как побочного продукта фотосинтеза. Этот водород будет накапливаться в галлах и откачиваться по трубам в центральную систему хранения. Основные элементы такой системы можно наблюдать в природе. Многие насекомые и бактерии вызывают образование галлов у различных типов растений. Эти разнообразные виды галлов, число которых достигает десятков тысяч, служат затем убежищем и пищей для организмов, вызвавших их образование. По крайней мере в одном случае, а именно в случае бактерии *Rhizobium*, в симбиозе с бобовыми растениями в галлах, вырабатывается значительное количество водорода, хотя сейчас он просто улетучивается в атмосферу. Было подсчитано, что плантации соевых бобов в США выпускают таким образом в атмосферу около 30 млрд. м³ водорода в год. Адаптация этого потенциала с целью включения растения в какую-то систему бора будет зависеть от успехов геной инженерии. Слева: схематическое изображение проектируемого «водородного дерева» и основные стадии химических преобразований. Галл вызывает обратный фотосинтез и вырабатывает водород (или метан), который накапливается в замкнутой полости и может быть извлечен с помощью газоотводной трубы.



Photo © M. Pignata — Monti, Paris

Более трети населения Земли для приготовления пищи и обогрева жилища вынуждено использовать дрова. 86% всей ежегодно потребляемой в развивающихся странах древесины идет на топливо, и по крайней мере половина ее используется для приготовления пищи. В Танзании, например, ожидается, что доля древесного угля в древесном топливе, которая составляла в 1970 г. 3%, в 2000 г. возрастет до 25%. В принципе это обескураживает, поскольку в процессе изготовления угля более половины содержащейся в дереве энергии бесцельно пропадает. Однако древесный уголь облегчает и удешевляет использование энергии и ее транспортировку. Его растущее использование является результатом все большего удаления мест заготовки дров от потребителя. Древесному углю оказывается предпочтение еще и потому, что он дает ровное пламя и концентрированный жар почти при полном отсутствии дыма, и его легко загасить, когда огонь более не нужен. Древесный уголь может также заменять ископаемые виды топлива, что особенно важно в некоторых районах. Несмотря на низкую общую эффективность, древесный уголь, по всей видимости, в будущем все больше будет применяться для приготовления пищи. Вверху: печи для выжигания угля в Аргентине.

Source: «Energy in a Finite World», 1981, IIASA, Laxenburg, Austria

Наиболее распространенным, но не обязательно наиболее экономичным процессом преобразования биомассы, несомненно, является получение этилового спирта (C_2H_5OH) из сахарного тростника и кукурузы. Самым крупным его производителем в мире является Бразилия, получающая [вверху] 3,2 млрд. литров спирта из сахарного тростника, сорго и маниоки. Спирт можно примешивать к бензину в соотношении до 20% и использовать в обычных автомобилях без каких-либо модификаций. В случае необходимости автомобильные моторы могут работать и на чистом спирте, но для этого требуется их некоторая переделка.

Стоимость спирта в Бразилии выше, чем стоимость большей части бензина, продававшегося в Европе в 1980 г. Тем не менее косвенные выгоды расцениваются как весьма важные для Бразилии. В числе этих выгод: экономия иностранной валюты, увеличение занятости, поощрение отечественной техники и промышленности.

Соединенные Штаты тоже серьезно занимаются проблемой производства этанола и планируют достичь к 1982 г. производства приблизительно 3477 млн. литров спирта в год для использования в качестве горючего. Большинство спиртозаводов используют в качестве сырья кукурузу. Среди других стран, проявляющих интерес к биоконверсии в этанол, можно упомянуть Австралию (маниока) и Новую Зеландию (сахарная свекла).

Некоторые экономисты проявляют серьезную озабоченность в связи с планами использования продовольственного зерна для производства моторного топлива. Они считают, что в результате богатые будут обеспечены транспортом, а уделом бедных останется голод, поскольку земли, используемые ныне под продовольственные культуры, станут применяться для производства горючего. Можно рассмотреть ряд ситуаций, в которых такое производство окажется экономически оправданным. Развивающиеся страны, имеющие излишки сельскохозяйственной продукции, но испытывающие энергетический дефицит, такие, как Бразилия, Судан и Таиланд, по-видимому, будут более всего склонны к осуществлению широких программ биоэнергетики с целью сокращения своей зависимости от импортируемой энергии. Большинство стран, в которых осуществляются жизнеспособные программы получения этанола, скорее всего, принадлежат к этой группе. Однако многие из крупных развивающихся стран, такие, как Бангладеш и Пакистан, являются крупными импортерами как сельскохозяйственных продуктов, так и энергии. Для большинства этих стран производство этанола, по-видимому, может представить интерес только на основе использования излишней дешевой биомассы — патоки и отходов продовольственных культур [или сахарного тростника в периоды избытка сахара в мире]. Страны, где имеются излишки энергии, как, например, Мексика, Нигерия и Венесуэла, не имеют стимулов к проведению широких программ биоэнергетики.

Sources: United Nations «Development Forum», 1981; and «Finance and Development», 1980

Бразильские плантации горючего

Бенедикто Силва

В современном мире, которому угрожает истощение запасов нефти, Бразилия вполне может стать первой страной, которая после окончания бензиновой эпохи будет по-прежнему пользоваться своими автострадами и прежними темпами продолжения производства и эксплуатацию своих автомобилей. Бразильский путь борьбы с энергетическим кризисом — это преобразование растительной массы в этиловый спирт, или этанол (C_2H_5OH), в таких количествах, что уже в этом году она потенциально может с помощью этого метода удовлетворить не менее 20% своих потребностей в автомобильном топливе. Ожидается, что производство этанола в Бразилии будет возрастать до тех пор, пока страна не достигнет самообеспечения в качестве стабильного производителя возобновляемой энергии.

Было доказано теоретически и практически, что как топливо спирт

может успешно соперничать с бензином, хотя и обладает меньшей теплотворной способностью. Специально спроектированный для работы на спирте автомобильный двигатель можно отрегулировать таким образом, что он покажет себя даже несколько экономичнее бензинового, и особенно важно, что при сгорании этанола выделяется вдвое меньше загрязняющих веществ, чем при сгорании бензина.

Сырье, необходимое Бразилии для организации массового производства этанола, — это сахарный тростник, маниока и другие культуры. Сахарный тростник продуктивнее маниоки, т. е. активнее участвует в процессе фотосинтеза; иными словами, он производит больше энергии на каждый гектар обрабатываемой площади. Однако это сезонная культура, и ее производственный цикл составляет менее шести месяцев в году. Преимущество маниоки заключается в том, что она обеспечивает спиртозаводы сырьем круглый год. Иными словами, предпочтительно использовать обе культуры, чтобы гарантировать бесперебойное производство автомобильного горючего.

Было подсчитано, что, выделив под эти культуры около 2% своих пахотных земель, Бразилия оставила бы далеко позади другие страны, до-

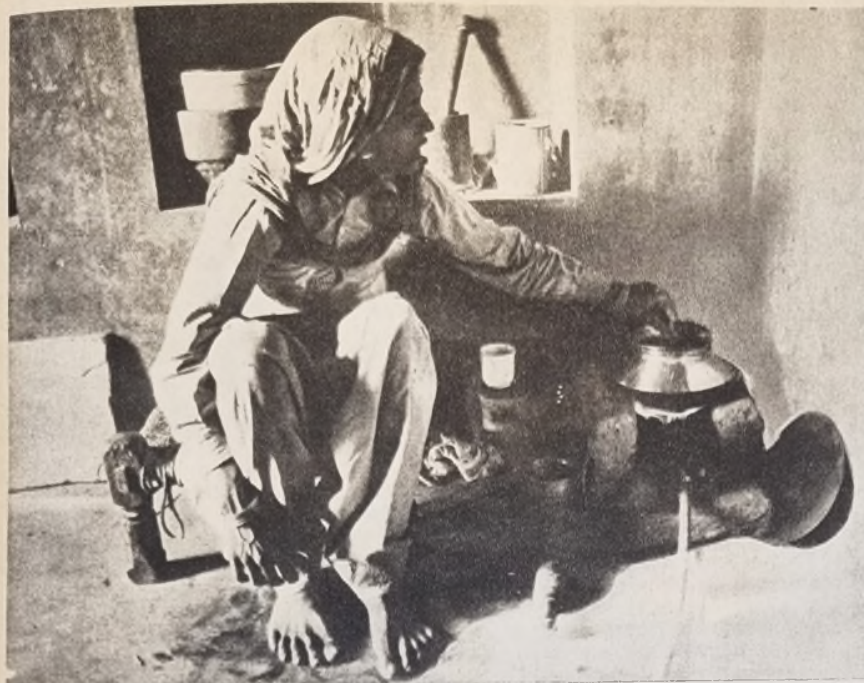
стигнув полного самообеспечения в производстве постоянно возобновляемого топлива.

Более того, осуществление столь обширной программы позволит обеспечить работой всю имеющуюся в стране рабочую силу. Помимо этого, работы по посадке, уходу, уборке, перевозке, переработке и ферментации тростникового сахара и маниоки не требуют какого-либо особого профессионального обучения, особой подготовки, что позволяет обойтись без продолжительных и дорогостоящих программ подготовки кадров.

Что же касается транспортных расходов (создание и функционирование системы распределения этанолового горючего), то они будут ниже, чем в случае с бензином, поскольку новое горючее будет производиться буквально во всех штатах Бразилии.

И наконец, можно ожидать, что осуществление этой программы позволит в течение ближайших нескольких лет создать от 250 тыс. до 1 млн. новых рабочих мест, преимущественно в сельскохозяйственном секторе. А увеличение занятости в сельских районах поможет в свою очередь приостановить миграцию сельского населения в город, которая является одной из серьезнейших проблем, с которыми сталкиваются ныне города Бразилии.

БЕНЕДИКТО СИЛВА (Бразилия) — директор Института документации фонда Жетулиу Варгаса и помощник главного редактора «Курьера ЮНЕСКО» по изданию на португальском языке.



Индия: биогаз и традиции

*Техническая
осуществимость
еще не гарантирует
успеха*

Тушар К. Мулик

Столкнувшись с инфляционистскими последствиями быстро-растущей стоимости ввозимой нефти, правительство Индии несколько лет назад начало широкую кампанию, всячески поощряя использование биогаза, производимого специальными установками из навоза крупного рогатого скота. Семьям, желающим приобрести для своего хозяйства такую установку, дающую от 2 до 3 м³ газа в день, предоставлялись различные льготы в виде субсидий и кредитов под низкий процент.

Тем не менее результаты кампании оказались гораздо ниже запланированных — число вводимых в эксплуатацию установок возрастало не более чем на 5000—6000 в год. Более того, согласно сообщениям, из 70 тыс. проданных установок от 50 до 70% в настоящее время бездействуют.

Каковы же причины столь низких результатов? Ведь утверждалось, что внедряемая в Индии установка по производству биогаза технически настолько проста, что ее могут собирать и эффективно эксплуатировать сельские ремесленники.

Однако анализ индийской программы производства биогаза ясно показал, что она обладает четырьмя серьезными недостатками, объясняемыми: 1) преобладающим социально-экономическим укладом; 2) культурными традициями и ценностями; 3) недостаточной информацией о технических сторонах процесса анаэробной ферментации и 4) нехваткой квалифицированных кадров.

Пропагандируемая в Индии небольшая домашняя установка по производству биогаза требует навоза от 3—4 коров. Установка, требующая меньшее количество навоза, нерентабельна. Помимо этого, сдерживающим фактором является стоимость установки, составляющая около 5000 рупий.

В Индии семьи, располагающие такими средствами и таким поголовьем скота, составляют не более 10—15% всего сельского населения. Таким образом, по техническим причинам значительная часть индийского населения, включая мелких и маргинальных фермеров, а также безземельных батраков, исключается из

числа потенциальных пользователей такими установками.

Эту основную проблему существенно осложняет нехватка земли и воды. Домашняя установка, рассчитанная на получение 3 м³ газа, требует около 27 м² площади для самой установки и компостной ямы. Кроме того, установку рекомендуется размещать в 6—7 м от кухни, с тем чтобы обеспечить эффективное поступление газа для приготовления пищи. Но во многих индийских деревнях жилища так тесно примыкают друг к другу, образуя сеть узких улиц и закоулков, что лишь немногие жители имеют возможность выделить около своего дома участок для установки.

Во многих деревнях не менее серьезным препятствием является также и нехватка воды. Для обеспечения нормальной работы установки навоз смешивают с водой в пропорции 4:5 и направляют в емкость для ферментации. Там, где воды не хватает и ее приходится носить из отдаленных колодцев или других источников, это еще больше усложняет и без того трудную задачу.



Вверху: индианка готовит пищу на биогазе. Справа: применяемая в Индии установка для получения биогаза. Для нормальной работы такой установки требуется регулярная подача воды, что является серьезным препятствием к их использованию в засушливых районах. Китай, где уже действует около 7 млн. таких биогазогенераторов, занимает первое место в мире по использованию биогаза. Выше: схематический разрез разработанной в Китае установки для получения биогаза.



Последним и, возможно, наиболее важным отрицательным экономическим фактором является привычка сельских жителей к использованию других видов топлива для приготовления пищи и отопления — главным образом хвороста, кизяка и сельскохозяйственных отходов.

«Зачем нужна установка по производству биогаза, когда мы можем собирать на топливо хворост (колочие кустарники) около деревни?» — спросил один крестьянин в Раджастане. На замечание, что этот источник очень скоро иссякнет, крестьянин ответил: «До сих пор этого не случилось. Мы веками собираем хворост в одних и тех же местах, почему же он вдруг должен кончиться?»

Кроме того, непосредственная выгода от установки по производству бытового газа и удобрения воспринимается отвлеченно, поскольку не обеспечивается прямого поступления наличных денег. А так как наличные деньги являются главным стимулом для большинства сельского населения, это сводит на нет любую конкретную инициативу, направленную на пропаганду установок.

Наряду с факторами социально-экономического характера распространению домашних биогазовых установок в Индии серьезно мешает множество глубоко укоренившихся культурных традиций и норм. Первое — это категорическое неприятие идеи использования фекалий в качестве сырья для выработки биогаза и применения его для приготовления пищи.

Второе и, возможно, одно из наиболее серьезных сдерживающих сил социального порядка — это положение женщины и ее роль в принятии решений. Очевидную и самую непосредственную выгоду от биогазовых установок получает сельская женщина: биогаз не только избавляет ее от утомительной многочасовой стряпни в задымленной кухне, что вредно сказывается на ее здоровье, но и высвобождает время для досуга, т. е. процесс приготовления пищи ускоряется, а очищать кухонную посуду от копоти ей больше не приходится. Это, кстати, увеличивает срок службы посуды, а для домашнего хозяйства это тоже экономия. Но всем этим преимуществам в сельских семьях не придается большого значения главным образом потому, что решение о совершении той или иной покупки принимает обычно мужчина, в глазах которого преимущество, получаемое женщиной, не играет существенной роли. Подобное отношение приводит к тому, что если установка выходит из строя, то ее зачастую на-

долго забрасывают, в результате чего она приходит в полную негодность.

Но еще более серьезным препятствием в деле эффективного использования биогаза в сельских районах является нежелание отказать от разного рода привычек и традиций. Например, часто можно услышать, что на газовой горелке нельзя как следует испечь *чапати* (пресные лепешки), а приготовление *дал* (чечевицы) занимает гораздо больше времени. Считается также, что газ непригоден для традиционной термической обработки молока, которое обычно держат на слабом огне в течение целого дня. Словом, внедрение биогаза требует взаимосвязанных изменений и перестройки целого ряда норм и традиций, имеющих глубокие корни.

Однако, несмотря на вышеизложенные препятствия, среди сельских жителей Индии все шире и шире распространяется молва о биогазовых установках. Вместе с тем следует отметить поразительное отсутствие элементарнейшего понимания принципа работы биогазовых установок не только среди потенциальных потребителей, но и среди тех, кто уже пользуется ими. Во многих сельских районах, по-видимому, существует стойкий миф о «волшебной» биогазовой установке — устройстве, которое якобы может производить топливо и удобрения из отходов бесплатно и без всяких усилий. Распространение этого мифа, несомненно, является результатом недостаточной и неправильной информации.

Учитывая, что биогазовая технология пока находится в экспериментальной стадии и недостаточно надежна, отрицательное отношение к ней потребителя будет возрастать, если не будет налажен должный обмен информацией и опытом между потребителями и популяризаторами этой системы. Пустые обещания и недостаточная информация могут лишь породить необоснованные ожидания и в конечном счете привести к полному разочарованию.

Вопрос кадров имеет решающее значение в деле распространения использования биогаза. Оценка проблем, связанных с внедрением домашних биогазовых установок в качестве одного из мероприятий по децентрализации энергетической системы в сельских районах Индии, свидетельствует о наличии больших трудностей в этой области. Вопреки постоянным утверждениям о простоте (существующей) технологии получения биогаза, установка по его производству требует тщательного технического

надзора при монтаже, ремонте и техническом обслуживании. Специалистов такого рода в большинстве индийских деревень попросту не существует.

Приведенный выше перечень трудностей выглядит внушительно. Однако многие из них могли бы быть со временем преодолены при условии принятия в плановом порядке соответствующих организационных мер. В оперативном плане одной из первоочередных задач в этой области должна стать подготовка кадров на местах с помощью постоянно действующей программы общего и профессионального обучения. Ибо в конечном счете децентрализованная энергетическая система домашних установок по производству биогаза в сельских районах Индии может успешно функционировать лишь при условии минимальной зависимости от внешних ресурсов.

Здесь, вероятно, было бы уместно привести практический пример Китая. Наладив процесс подготовки технических кадров, в каждой производственной бригаде создается небольшая группа специалистов для руководства и технического контроля за мероприятиями по внедрению биогаза. Индия нуждается в подобной же помощи.

Необходимо наладить планирование на местном уровне, используя местные ресурсы и добываясь самого активного участия местного населения во всем процессе планирования, обучения и управления. Для достижения постоянного участия местного населения абсолютно необходима детально продуманная широкая программа подготовки кадров. Такая программа должна охватывать не только технические аспекты производства биогаза, но и такие связанные с этим аспекты, как анализ местных трудностей, методы местного энергетического планирования, сбора данных и управления, а также методы интеграции биогазоэнергетики с другими мероприятиями в целях развития.

ТУШАР КАНТИ МУЛИК (Индия) — профессор Центра по управлению сельским хозяйством Индийского института управления в Ахмадабаде. Специалист по проблемам социального и экономического развития сельских общин; работал консультантом при различных национальных и международных учреждениях. В настоящее время участвует в осуществлении ряда междисциплинарных научно-исследовательских проектов развития сельского хозяйства в Индии.

ПРОДОЛЖЕНИЕ СО СТ. 12

глобальной экологической оценке еще не разрушенных деятельностью человека естественных районов в целях предотвращения возможного ущерба окружающей среде.

Эффективные международные усилия по решению этих комплексов проблем — а их перечень далеко не исчерпан — помогли бы более полно осознать тот факт, что энергетическая проблема касается всех стран мира. Такое осознание важно для политических компромиссов, на которые необходимо будет пойти, чтобы добиться конструктивных действий, а не довольствоваться простым потреблением все более истощающихся ресурсов.

ПРОДОЛЖЕНИЕ СО СТ. 16

ующего энергетического кризиса недоиспользованный гидроэнергетический потенциал стран Азии, Африки и Латинской Америки может послужить идеальным источником энергии для полной переработки тех полезных ископаемых, которыми изобилуют эти районы.

Таким образом, будет заложена основа для создания небольших предприятий по производству составных компонентов солнечных установок — элементов электронного оборудования, продукции точного машиностроения, металлоконструкций и механического оборудования и т. д. — и взаимозависимость различных отраслей промышленности будет гарантировать

экономическое развитие на национальном уровне.

Такой подход привел бы к новому международному разделению труда, благоприятному для всей мировой экономики, тогда как значительное сокращение производственных и транспортных расходов, а также разницы цен ускорило бы внедрение солнечной энергии, поскольку при такой системе установки будут полностью производиться в тех странах, в которых они будут использоваться. Что касается новой мировой структуры энергопотребления, то, судя по прогнозам, достижение общего согласия на проведение этих мероприятий едва ли вызовет какие-либо трудности.

«Значение новых и возобновляемых источников энергии в решении глобальных проблем энергетики»

Так назывался проходивший в Москве (20-24 апреля 1981) международный симпозиум, созданный в соответствии с резолюцией 35-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН, призвавшей страны-члены Организации внести свой вклад — на национальном и региональном уровнях — в подготовку соответствующей Конференции ООН.

Симпозиум был организован по инициативе Оргкомитета СССР по участию советских организаций в Конференции ООН по новым и возобновляемым источникам энергии совместно с Секретариатом Конференции и при содействии Научно-исследовательского и учебного института ООН (ЮНИТАР).

Около 100 ученых и специалистов из более 30 развитых и развивающихся стран, представителей Секретариата ООН и ее специализированных учреждений и организаций, а также ряда других международных правительственных и неправительственных организаций приняли участие в симпозиуме.

На симпозиум было представлено 39 докладов и сообщений практически по всем вопросам повестки дня Конференции ООН. Работа симпозиума была организована по принципу „дискуссий за круглым столом“, которые состоялись по следующим четырем основным темам:

— „Значение нетрадиционных источников энергии в планировании переходного периода развития общества в среднесрочном периоде (20-25 лет) и на дальнюю перспективу (за 2000 год)“;

— „Современное состояние технологий по использованию нетрадиционных источников энергии и возможные пути сотрудничества в этой области“;

— „Социально-экономические аспекты использования нетрадиционных источников энергии и экологические особенности их развития“;

— „Вопросы сотрудничества с развивающимися странами в области энергетики и проблемы подготовки национальных кадров“.

Участники симпозиума констатировали, что энергетическая проблема приобрела глобальный характер и в сложившейся си-

туации представляется необходимым вовлечение в мировой энергетический баланс наряду с традиционными и возобновляемыми источниками энергии, роль которых будет возрастать по мере удорожания и истощения ископаемых источников энергии.

Энергетика — фундамент социально-экономического прогресса. Проблемы ее развития сложны и многообразны, наряду с научно-техническими они включают социальные и политические. Все более широкое применение новых и возобновляемых источников энергии безусловно является вкладом в решение социально-экономических проблем многих стран мира и прежде всего — развивающихся.

Решение энергетической проблемы, стоящей перед Человечеством, может быть достигнуто только при условии решения главной проблемы современности — упрочения мира и международной безопасности, прекращения гонки вооружений, всеобщего разоружения. Борьба за мир и разоружение является задачей всех народов вместе и каждого народа в отдельности, задачей всего человечества и каждого человека на Земле.

Нет сомнений в том, что при объединении усилий всех стран и народов на основе широкого международного сотрудничества и проявлений доброй воли в создании необходимой благоприятной политической обстановки, Человечество справится с решением возникшей перед ним глобальной энергетической проблемы, обеспечив дальнейший прогресс в экономическом и социальном развитии в интересах настоящего и грядущих поколений. Это создает уверенность в успешном решении энергетической проблемы и дает основание с оптимизмом смотреть в будущее.

В принятом „Заявлении“ участники симпозиума обратились ко всем международным организациям, ученым и специалистам с призывом оказать всестороннюю поддержку усилиям ООН, направленным на наиболее эффективное использование науки и техники для решения проблем энергетики на благо Человечества, приложив усилия к развитию широкого международного сотрудничества в области энергетики, углублению взаимного доверия между государствами и народами, сокращению военных расходов и сохранению мира на Земле.

Книжный форум в Москве

„Хорошая книга — могучее средство духовного общения людей, которое может и должно активно содействовать социальному прогрессу, улучшению взаимопонимания между народами, укреплению мира на нашей планете“. Эти слова из приветствия Генерального секретаря ЦК КПСС, Председателя Президиума Верховного Совета СССР Л.И. Брежнева привлекли особое внимание участников и гостей Третьей Московской международной книжной выставки-ярмарки (ММКВЯ), которая проходила на Выставке достижений народного хозяйства в Москве со 2 по 8 сентября 1981 года.

Благородный и традиционный девиз ее — „Книга на службе мира и прогресса“ — отвечает насущным требованиям времени, в которое мы живем, и выражает основные чаяния всех народов мира. Именно поэтому на него откликнулись свыше 2300 издательских, книготорговых и авторско-правовых организаций из 83 стран Европы, Азии, Африки, Америки и Австралии, а также 12 международных организаций, в том числе ООН, ЮНЕСКО, СЭВ, ВСМ, МОТ, Всемирная организация интеллектуальной собственности, Университет ООН и т.д.

Приведенные цифры свидетельствуют о том, что за короткий срок московский форум книги, как сказал, выступая на открытии ММКВЯ-81 председатель ее Оргкомитета и председатель Госкомиздата СССР Б.И. Стукалин, действительно „завоевал широкое признание и стал одним из крупнейших центров международного книгообмена“ — ведь в 1977 г. участие принимали только 67 стран и 3 международных организации, а в 1979 — соответственно 75 и 9. В этом году, например, впервые прислали заявки книжные фирмы и ассоциации Иордании, Ирана, Колумбии, Коста-Рики, Кувейта, Лесото, Нигера, Никарагуа, Организации освобождения Палестины, Судана, Туниса и других стран.

Деловую и плодотворную работу этого книжного форума в Москве международная общественность оценила как еще одно проявление последовательной политики Советского Союза по осуществлению хельсинкских (1975) договоренностей в области культурного обмена. И действительно, результаты

ММКВЯ-81 превзошли показатели прошлых лет: например, Всесоюзное агентство по авторским правам подписало 2157 (в 1979 году — 1861) экспортно-импортных контрактов с зарубежными фирмами, а Всесоюзное внешнеторговое объединение „Международная книга“ — договоров о взаимной поставке литературы на 90 миллионов рублей.

Но это — не единственный итог ММКВЯ-81: она продемонстрировала и рост, развитие международных связей СССР, которые приобрели самые разнообразные формы. Здесь и организация совместных изданий, и совершенствование системы взаимных переводов, и стажировка редакторов и переводчиков, и осуществление совместными усилиями ряда стран крупных издательских программ, и приобретение и уступка прав на издание произведений литературы и т.д. Эти углубляющиеся международные связи отражают все возрастающий интерес зарубежных читателей к советской книге — источнику правдивой информации об образе жизни в СССР, его внутренней и внешней политике, достижениях в различных областях образования, науки и культуры. Сегодня советская литература распространяется более чем в 140 странах мира.

Важную роль обмена духовными ценностями в укреплении сотрудничества и взаимопонимания между народами подчеркнул в своем выступлении на торжественном вечере в Большом театре Союза ССР, посвященном открытию ММКВЯ-81, Л. Коттафава, заместитель Генерального секретаря ООН, а заместитель Генерального директора ЮНЕСКО А. Делеон отметил, что ЮНЕСКО, духу и целям которой особенно близок девиз ММКВЯ, уже в третий раз принимает в ней участие. Он назвал ее „важным и запоминающимся событием“: „Такую ярмарку может организовать только великая страна, в которой по-настоящему любят и ценят книгу. Эта ярмарка наглядно показывает два важных аспекта книги: ее общее значение для человека и ее взаимодействие с социальными системами“.

Следующая Московская международная выставка-ярмарка состоится в 1983 году.

Научный консультант — доктор физико-математических наук Б. М. БЕРКОВСКИЙ

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР РУССКОГО ИЗДАНИЯ

Т. Ю. СОЛОВЬЕВА-МАМЕДОВА

Адрес русской редакции: 119021, Москва, ГСП-3, Зубовский бульвар, 17, т. 247-18-40

Ордена Трудового Красного Знамени Московская типография № 2 Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли. Зак. 3959



Загадочный конгломерат складов, завихрений и шрамов — это сопоставление двух сделанных спутником тонированных снимков бассейна Цайдам в Китае, где проводятся эксперименты по разведке нефти методом дистанционного зондирования из космоса. Энергия нефти и других видов ископаемого топлива была заложена в них Солнцем миллионы лет назад. Угроза истощения запасов такого топлива и растущий спрос на энергию во всем мире заставили человечество изыскивать новые энергетические сочетания, в большей мере основывающиеся на новых и возобновляемых источниках энергии.

Photo © Eros Data Center, Sioux Falls, U. S. A.

Цена 50 коп.

70458