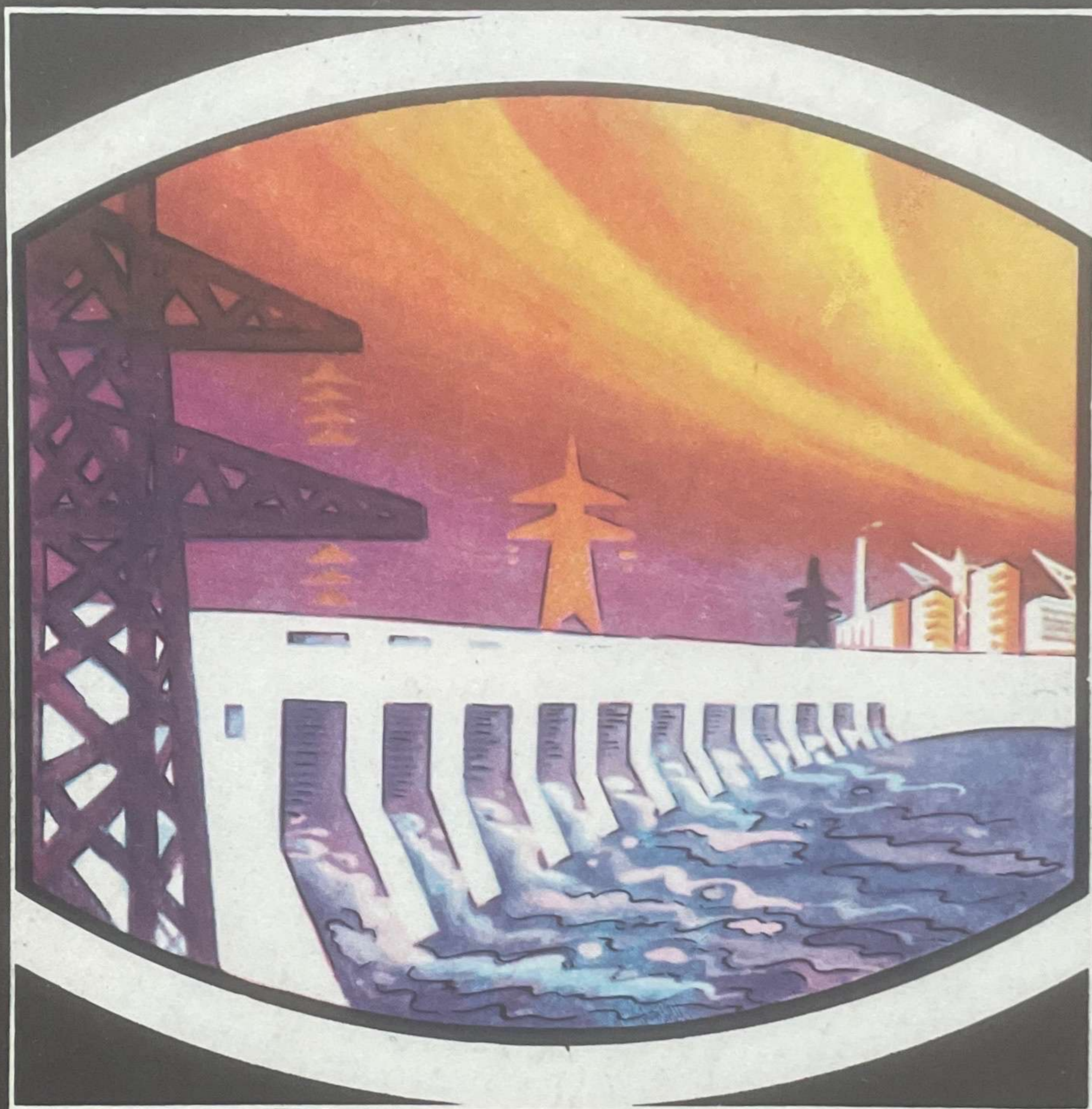


СЕРИЯ
НАУКИ О ЗЕМЛЕ
5/82

Ю. И. Максимов

**ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ
РАЗВИТИЯ
МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**



ЗНАНИЕ
НОВОЕ
В ЖИЗНИ, НАУКЕ, ТЕХНИКЕ

НОВОЕ В ЖИЗНИ, НАУКЕ, ТЕХНИКЕ

Серия

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

5/1982

Издается ежемесячно с 1966 г.

**ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ
РАЗВИТИЯ
МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

СОДЕРЖАНИЕ ВЫПУСКА

М. М. СУДО,
доктор геолого-минералогических
наук

**Энергетический потенциал
природы и общества**

Ю. И. МАКСИМОВ,
доктор технических наук

**Проблемы и перспективы
развития мировой
энергетики**

В ЗАПИСНУЮ КНИЖКУ ЛЕКТОРА

У НАС В ГОСТЯХ ЖУРНАЛ «КУРЬЕР ЮНЕСКО»

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ, ЧТО...

ЛИТЕРАТУРА К ТЕМЕ

Издательство «Знание»
Москва, 1982

ББК 31.15
М 17

Рецензент М. М. Судо, доктор геолого-минералогических наук.

Максимов Ю. И.

М17 Проблемы и перспективы развития мировой энергетики.— М.: Знание, 1982.—48 с.— (Новое в жизни, науке, технике. Сер. «Науки о Земле», № 5).

В брошюре рассматриваются проблемы и перспективы развития мировой энергетики. Дается краткий очерк истории ее развития, приводятся некоторые аспекты взаимодействия развития энергетики и экологических проблем.

Брошюра рассчитана на лекторов, пропагандистов, слушателей и преподавателей народных университетов, энергетиков, экономгеографов и других читателей, занимающихся энергетическими проблемами.

2301000000

ББК31.15
6П2

© Издательство «Знание», 1982 г.

Энергетический потенциал природы и общества

Комментарий к теме ведет М. М. СУДО,
доктор геолого-минералогических наук

Михаил Масаович Судо заведует сектором нефти и газа во Всесоюзном научно-исследовательском институте экономики минерального сырья и геологоразведочных работ Министерства геологии СССР и Академии наук СССР. Им опубликованы такие интересные научно-популярные работы, как «Современная геология», «Геология для всех», «Основные концепции строения и развития земли» и другие. Михаил Масаович ведет активную пропагандистскую работу.

Мы часто и не подозреваем, на каком огромном количестве энергии базируется наша жизнь¹.

...Поэтому проблемами энергетики сегодня стали заниматься политические и государственные деятели... ими заинтересовалась широкая публика².

Человечество прошло долгий и сложный путь исторического развития. Наш далекий предок, незащищенный от холода, хищных зверей и капризов природы, превратился в представителя современной цивилизации, мыслью и деяниями возвысившейся над природой. Чему же обязано общество своим могуществом? На этот вопрос можно ответить однозначно: способности творчески мыслить и умению поставить себе на службу энергетический потенциал природы. Благодаря этому человек стал обладателем такой мощи, по сравнению с которой его собственная мускульная сила ничтожна.

Энергия (греч. «энергея» — действие, деятельность) — это

общая мера движения материи. Она существует в природе в различных формах. Соответственно этому и энергетический потенциал общества базируется на использовании различных первичных источников энергии.

Природные источники энергии были подразделены на две группы. В первую из них включены: ядерная реакция, солнечная энергия, энергия ветра, энергия морских приливов волн, энергия рек и некоторые другие. Они названы возобновляемыми, потому что запасы их практически неисчерпаемы. Ко второй группе — невозобновляемых источников энергии — отнесены минеральные топлива (уголь, нефть, газ, сланцы, торф) и уран. Источники энергии первой группы пока играют незначительную роль в энергетическом балансе мирового хозяйства (кроме энергии речных потоков), хотя их суммарная мощность во много раз превышает нынешние потребности общества.

Мировой энергетический баланс сегодня складывается главным образом из источников энергии второй группы.

Одним из самых фундаменталь-

¹ Одум Г., Одум Э. Энергетический базис человека и природы.— М., Прогресс, 1978.

² Стырикович М. А., Шпильрайн Э. Э. Энергетика, проблемы и перспективы.— М., Энергия, 1981.

ных законов природы является закон сохранения энергии. Он гласит: энергия в природе не возникает из ничего и не исчезает, она лишь переходит из одной формы в другие. Поэтому для сопоставления и суммарного учета различных видов энергии принимается единица энергии (работы) — джоуль (Дж)³. Отношение работы ко времени, за которое она выполнялась, называется мощностью. Основной единицей ее служит ватт (Вт)⁴.

Человек в среднем способен развивать мощность около 8 МДж/сут (1 МДж = 10^6 Дж). Этого было достаточно человеку в те времена, когда он добывал пищу, собирая лесные плоды и охотясь на животных.

Переломным в истории явился этап, когда человек впервые научился искусственно добывать огонь. Это вдвое увеличило его энергетический потенциал — до 16 МДж/сут. С использованием мускульной энергии прирученных диких животных появилась возможность производить ранее непосильную тяжелую работу. В примитивном сельскохозяйственном обществе энергия, затрачиваемая человеком, составляла уже 50 МДж/сут.

С начала нынешнего тысячелетия человек приступил к широкому использованию энергии ветра и рек для привода во вращение мельничных колес. Энергии ветра человечество обязано великими географическими открытиями

³ Работу в 1 Дж совершает сила 1 Н, действующая на пути 1 м в направлении силы.

⁴ Вт — это мощность, при которой совершается работа 1 Дж в секунду. Существуют и другие единицы измерения работы и мощности. Так, теплота измеряется в калориях (кал), электрическая энергия — в ватт-часах (Вт·ч). 1 Дж равен 0,24 кал, или $1/3600$ Вт·ч.

XV—XVI вв. и кругосветным плаванием Магеллана.

Крутой перелом в развитие материальной культуры внесли создание паровых и тепловых двигателей и использование электроэнергии.

Сегодня в мире насчитывается более 300 млн. только легковых автомобилей. Современный автомобильный, железнодорожный, морской и воздушный транспорт в основном базируются на использовании тепловых двигателей. В них теплота, освобождаемая при сгорании жидкого топлива, преобразуется непосредственно в механическую энергию.

Электроэнергия (энергия движущихся электронов) в естественных условиях мощно проявляется, например, при грозе. Человек научился искусственно создавать электрический ток с помощью электрогенераторов. Исключительно широкое и разнообразное использование электроэнергии современным обществом обусловлено тем, что электродвигатели и электроприборы способны работать на значительном расстоянии от источников электроэнергии. В больших количествах электроэнергия вырабатывается на электростанциях — тепловых, гидроэлектростанциях, а в последние годы и атомных электростанциях.

На тепловых (ТЭС) и атомных (АЭС) электростанциях турбину, сопряженную с электрогенератором, вращает пар. Его получают либо за счет теплоты, выделяемой при сжигании минерального топлива (уголь, нефть, газ), либо за счет тепла, выделяющегося при распаде ядра урана. Турбины гидроэлектростанций (ГЭС) приводятся во вращение энергией падающей с высоты воды. Для этого

реки перекрываются плотинами. Самая высокая в мире плотина на реке Вахш около города Нурек в Таджикской ССР имеет высоту 310 м.

Освоение атомной энергии началось в первой половине XX в. В мирных целях энергия атома впервые стала использоваться в Советском Союзе. Ныне 25 стран используют атомную энергию.

Реакция деления ядра основана на следующем принципе. Ядро атома урана состоит из положительно заряженных протонов и электрически нейтральных нейтронов. При попадании нейтрона ядро урана делится на два новых более легких ядра с одновременным испусканием около 2,5 нового нейтрона. Вылетая из ядра, эти нейтроны могут, в свою очередь, вызвать развал других ядер атомов урана, которые также испускают нейтроны, способные вызывать деление других ядер. В результате возникает цепная реакция; теплота, выделяемая при делении ядер 1 г урана, эквивалентна сжиганию 2600—3000 т каменного угля.

Реакция деления ядер производится в атомных реакторах. В настоящее время существуют два типа их. Более простыми и освоенными являются реакторы на медленных (тепловых) нейтронах.

Почти в 20 раз более эффективными являются реакторы-размножители, работающие на быстрых нейтронах. Они имеют коэффициент воспроизводства ядерного топлива больше 1 (до 1,4—1,7). Благодаря этому в них воспроизводится нового горючего больше, чем сжигается исходного топлива. В реакторах-размножителях может использоваться уран-

238, которого в природе достаточно. Из него образуется плутоний, используемый в качестве ядерного топлива.

Об исключительной зависимости человечества от обеспеченности энергией ярко свидетельствуют отрицательные экономические последствия энергетического кризиса, охватившего капиталистические страны в 1973 г. Жители и гости Нью-Йорка навряд ли когда-нибудь позабудут выпавшие на их долю потрясения, когда зимой 1965 г. на 12 часов и летом 1977 г. на 25 часов внезапно была прекращена подача электроэнергии. Люди оказались замурованными в лифтах небоскребов и поездах метро под землей. Замерли промышленные предприятия, остались без освещения больницы, дома и учреждения. Материальный и моральный ущерб, нанесенный городу, был огромным.

Мировое потребление энергии развивалось интенсивно, опережая темпы роста населения земного шара. Особенно быстро возрастало потребление первичных ресурсов минерального топлива. Так, в 1860 г. на земном шаре проживало 1270 млн. человек и потреблялось около 555 млн. т у. т. топливных ресурсов (0,44 т у. т. на 1 человека)⁵. А в 1960 г. население Земли составило 2983 млн. человек и добывалось немногим более 5230 млн. т у. т. топливных

⁵ Различные виды топливно-энергетических ресурсов сопоставляются друг с другом по теплотворной способности посредством «условного топлива», для которого низшая теплота сгорания принята равной 29,3 МДж/кг, или 7000 ккал/кг. При этом 1 т каменного угля соответствует 1 т у. т., 1 т бурого угля — 0,4 т у. т., 1 т нефти — 1,4 т у. т. и 1000 м³ природного газа — 1,3 т у. т. Энергия 1 т у. т. равна $7 \cdot 10^6$ ккал, $8,138 \cdot 10^3$ кВт·ч, или 29 300 МДж.

ресурсов (1,75 т у. т. на 1 человека).

В настоящее время за счет минерального топлива во всем мире вырабатывается около 95% энергии. Поэтому нередко энергетический потенциал отождествляется с топливно-энергетическим потенциалом Земли.

На различных этапах удельный вес отдельных видов минерального топлива значительно менялся. Уголь пришел на смену дровам, а нефть и газ значительно потеснили уголь.

В будущем для развития транспорта и подавляющего большинства вновь создаваемых электростанций источниками первичной энергии будут соответственно химическая энергия ископаемого топлива и ядерная энергия. Предполагается особенно быстрый рост потребления электроэнергии во всем мире — до 30 трлн. кВт·ч в конце века. При этом основную роль в мировой энергетике до 2000 г. будут по-прежнему играть тепловые электростанции, на которых для создания 1 ккал электроэнергии затрачивается 4 ккал химической энергии минерального топлива. По некоторым оценкам, в 2000 г. доля минерального топлива в мировой энергетике составит около 65%, причем ведущая роль отводится жидкому топливу.

Такие высокие темпы потребления первичных топливно-энергетических ресурсов ставят перед обществом серьезные проблемы.

В настоящее время более 90% мировой потребляемой энергии удовлетворяется за счет нефти. Нефть признается главным энергоносителем и в ближайшем будущем. Мировые извлекаемые запасы нефти, которые можно добыть традиционными способами,

определяются в 210—230 млрд. т. Предполагается, что 600 млрд. т нетрадиционной нефти содержится в нефтяных сланцах, которые пока не разрабатываются.

Мировые геологические запасы природного газа оцениваются в 150—210 трлн. м³. Получение нетрадиционного газообразного топлива из других энергоресурсов может быть осуществлено за счет газификации высококалорийных углей или синтетического природного газа (СПГ) из сжиженных нефтяных газов, нефти и сырой нефти. В ряде стран проводятся исследования по использованию газа, полученного из биологических отходов.

При делении атомного ядра в реакторах на быстрых нейтронах можно использовать не только уран, но и торий. Извлекаемые ресурсы урана и тория по энергетическому эквиваленту существенно превосходят совокупные запасы химического топлива.

Быстрый рост мирового потребления энергии и исчерпаемость классических топливно-энергетических ресурсов делают актуальной проблему изыскания и освоения новых, нетрадиционных источников первичной энергии. Наиболее перспективным является освоение термоядерного синтеза изотопов водорода — дейтерия и трития. Их синтез возможен в условиях, когда атомы находятся в состоянии плазмы — разрозненных ядер и электронов. Для того чтобы начался синтез, надо сблизить ядра дейтерия и трития на расстояния порядка 10^{-13} доли сантиметра. Чтобы преодолеть при этом огромные силы электростатического отклонения, атомы должны обладать очень большой скоростью. А это возможно, если

плазма имеет очень высокую температуру (не менее 40 млн. градусов по Цельсию).

Поскольку не существует твердого материала, который мог бы выдержать высокие температуры, плазму необходимо удерживать вне контакта со стенками реактора. Для этого созданы магнитные ловушки. Одна из лучших таких установок — «Токамак» (по первым буквам: тороидальная камера с магнитной катушкой) — создана в СССР. В ней получают температуру до 60 млн. градусов.

При синтезе изотопов выделяется колоссальная тепловая энергия. Количество дейтерия в водах Мирового океана практически неограниченно. Оно может дать при термоядерной реакции типа «дейтерий — дейтерий» $300 \cdot 10^{21}$ кВт·ч энергии — почти в 3 млн. раз больше энергии, заключенной во всех открытых угольных месторождениях мира. А при реакции «третий — дейтерий», которая может быть освоена раньше, можно получить $2 \cdot 10^{18}$ кВт·ч.

Большого внимания заслуживает проблема прямого преобразования тепловой энергии низкотемпературной плазмы в электрическую энергию. Это возможно на электростанциях с магнетогидродинамическим (МГД) генератором. В СССР разрабатываются МГД-электростанции; их КПД может достигать 50—60%.

Для получения электроэнергии в незначительных количествах выгодно использование солнечной, геотермической и ветровой энергии. Согласно некоторым расчетам использование энергии ветра, морского прибоя, тепловой энергии морей и геотермической энергии сможет удовлетворить только 15% общей потребности

общества в энергии. В ближайшем будущем основой обеспечения человечества энергией останется использование классических видов топлива (нефть, газ, уголь) и ядерного горючего.

Учитывая ограниченность этих ресурсов в природе и быстро возрастающую стоимость добычи, следует обратить особое внимание на их рациональное использование. На эту сторону топливно-энергетической проблемы обратил особое внимание XXVI съезд КПСС. Одним из эффективных направлений здесь является повышение коэффициента извлечения нефти и угля из недр.

Другим важным направлением является повышение коэффициента полезного использования топлива и сокращение его потерь. Значительный экономический эффект достигается при снижении удельного расхода топлива на производство единицы электроэнергии.

Бурный рост энергетики выдвигает ряд крупных проблем по охране окружающей среды. Объем выбросов вредных веществ в атмосферу энергетическими установками очень велик. Опасными загрязнителями являются продукты полного (зола, окислы серы) и неполного (окись углерода, сажа, углеводороды и др.) сгорания. Выбрасываемые из дымовых труб в атмосферу кислото-содержащие продукты вымывают из почв часть химических элементов, оказывают вредное воздействие на легкие человека. Существует проблема теплового и радиоактивного загрязнения среды атомными электростанциями.

Наиболее опасен углекислый газ; изменение его концентрации на 30% меняет температуру при-

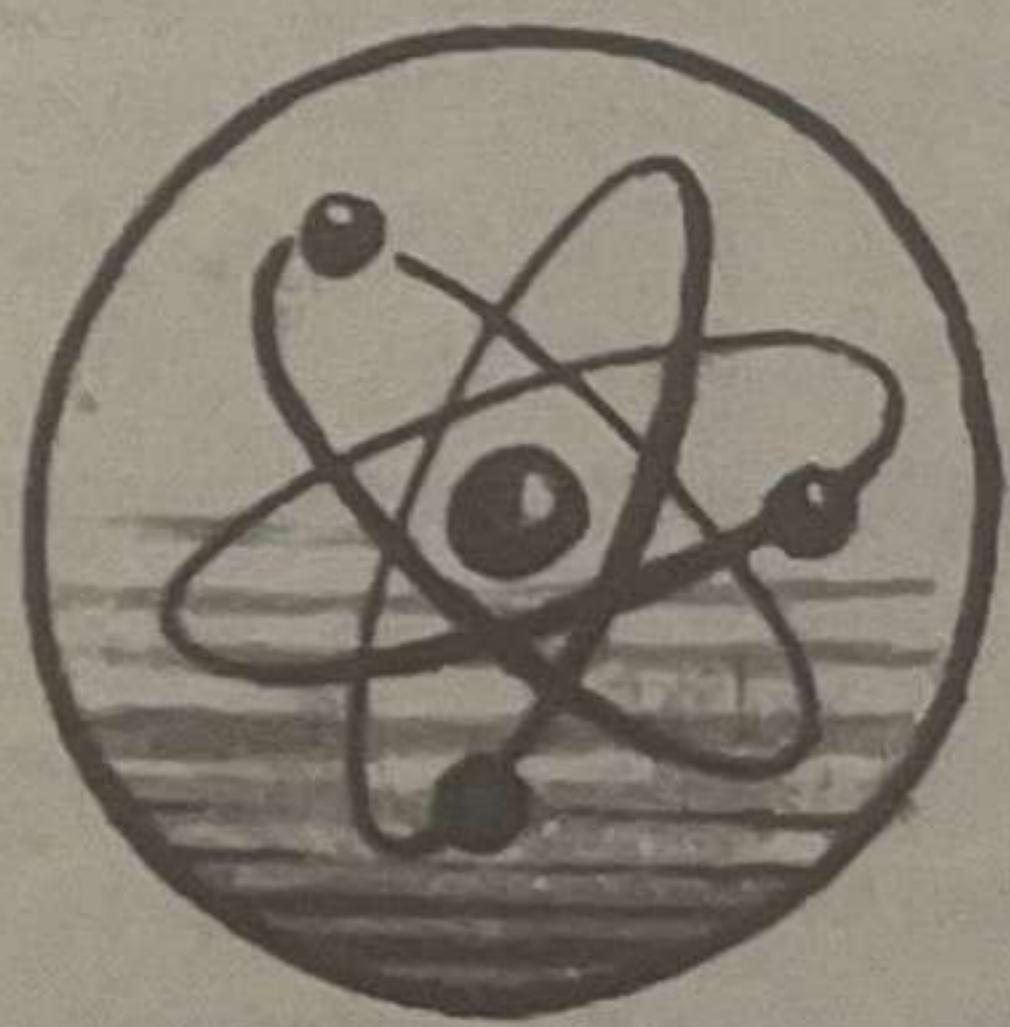
земного слоя атмосферы на $0,5-1,0^{\circ}\text{C}$. Это может привести к общему нагреву атмосферы.

Чтобы уменьшить отрицательные последствия развития энергетики, необходимо улучшать структуру и качество топливных ресурсов у потребителей, повышать полноту использования и экономию топлива, тепла и энергии и т. д. Некоторые из этих издержек сможет снизить газификация угля. Использование термоядерного синтеза будет давать, вероятно, менее значительный термический сброс. Количество вредных выбросов в атмосферу снизит более широкое развитие гидроэлектростанций.

В указанных направлениях во всем мире проводится большая работа.

В последние десятилетия топливно-энергетическая проблема

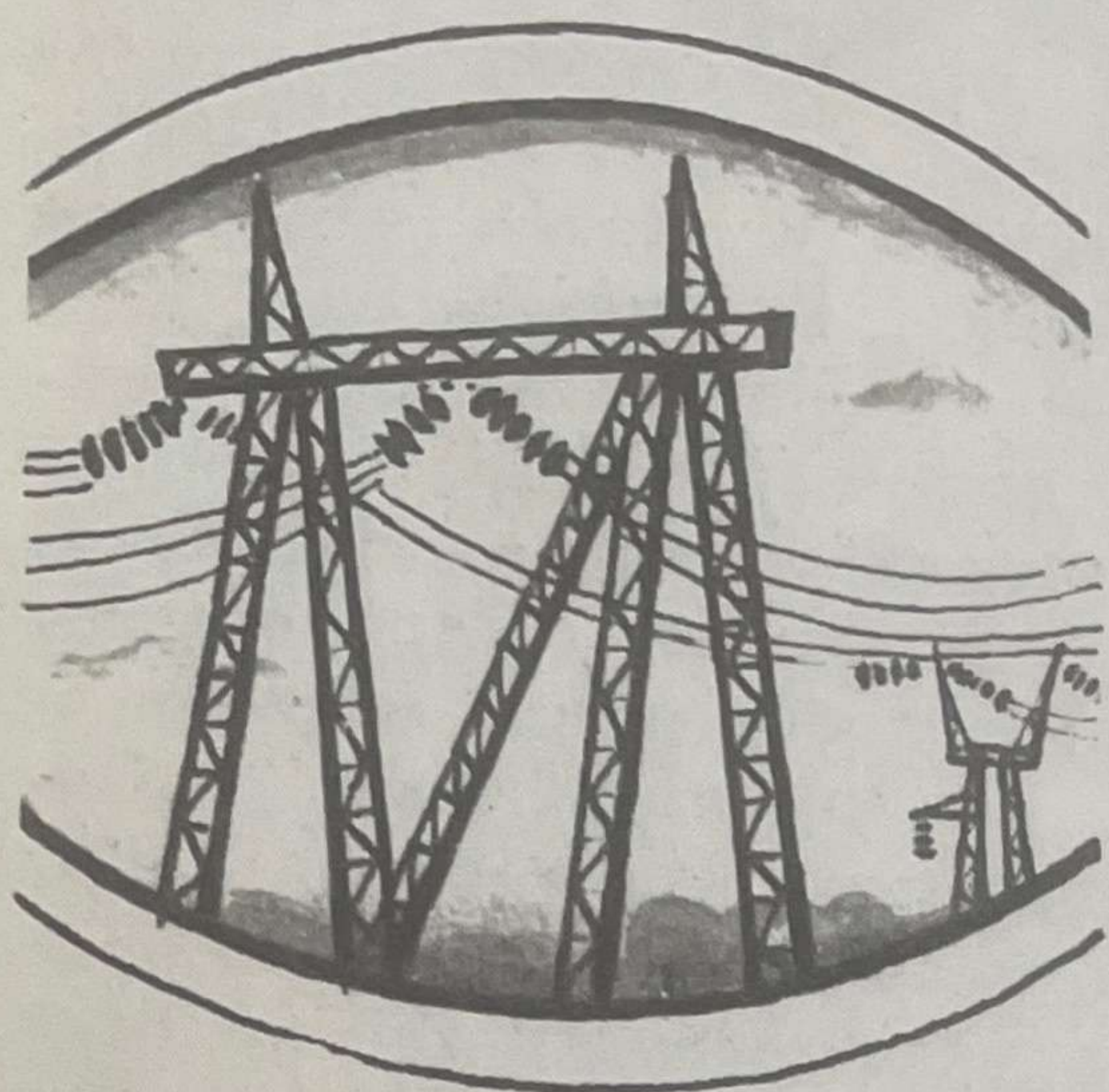
приобрела исключительное экономическое и политическое значение. Она затрагивает экономические и политические интересы каждого отдельного государства, а также коренные нужды и интересы всего общества в целом и каждого его члена в отдельности. Существует мнение, что в ближайшие 50 лет энергетическая проблема может быть решена человечеством на базе существующей и разрабатываемой технологии. Возможности атомной и особенно термоядерной энергетики не только отвергают прогнозы о грядущей «энергетической смерти планеты», но дают уверенность в том, что могучее разумом человечество сможет обеспечить себя достаточным количеством энергии для своего утверждения и еще большего расцвета жизни на Земле.



ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ, ЧТО...

Мировые геологические запасы каменных и бурых углей оцениваются в 14 трлн. т (10,1 трлн. т у. т.). В мире насчитывается более трех тысяч угольных месторождений. Они расположены на всех материках, даже в Антарктиде под мощным слоем льда. По континентам угольные ресурсы распределены следующим образом:

Азия — 63%, Америка — 27, Европа — 6, Австралия — 2,5 и Африка — 1,5%. Основные запасы угля находятся на территории СССР, США и Китая. В 1980 г. в мире было добыто более 3,5 млрд. т угля. Половина этого объема приходится на долю СССР, США и Китая. Для перевозки такого количества топлива требуется 70 млн. вагонов. Этот поезд мог бы примерно пятнадцать раз опоясать нашу планету по экватору. Общие геологические запасы каменных и бурых углей СССР равны 6,8 трлн. т — почти половина запасов мира. (Продолжен. см. стр. 43)



Проблемы и перспективы развития мировой энергетики

Ю. И. МАКСИМОВ,
доктор технических наук

Максимов Юрий Иванович заведует сектором Института экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения Академии наук СССР, он специалист в области моделирования и прогнозирования развития топливно-энергетического комплекса, член Всесоюзного общества «Знание», ведет активную лекторскую работу по проблемам и перспективам развития топливно-энергетического комплекса.

Научно-техническая революция обусловила рост энерговооруженности человека до грандиозных размеров. За всю историю человечества по 1965 г. включительно потребление энергии составило 85 млрд. т условного топлива и из них 42 млрд. т у. т. было израсходовано за 1940—1965 гг. В последние десятилетия неизмеримо возросло значение автомобильного и авиационного транспорта, дизельный двигатель почти вытеснил паровую машину на железнодорожном транспорте, речных и морских судах, продукты переработки нефти оказались экономически более выгодными и более «технологичным» сырьем, чем уголь и его производные.

В развитых капиталистических странах нефть повсюду вытесняет уголь, добыча которого резко упала даже в тех странах, где он долгое время был почти един-

ственным минеральным топливом и где запасы его по сравнению с запасами нефти еще велики. Потребление нефти возросло настолько, что, по данным некоторых экспертов, ее должно хватить на 30—40 лет (имеются менее пессимистичные прогнозы, что ее хватит более чем на 100 лет).

Возникший в 1973 г. энергетический кризис в мире капитала в значительной степени порожден конфликтом между империализмом и эксплуатируемыми им развивающимися нефтедобывающими странами, на которые приходится 89% разведанных запасов нефти в капиталистическом мире. Примечательно, что этот кризис возник не только на почве истощения природных запасов энергоресурсов, в том числе нефти. Важнейшая причина «энергетического кризиса» — это невозможность наладить в условиях капиталистического способа производства ра-

циональное потребление сырья, гармоничное использование всех видов энергоресурсов, планомерное и пропорциональное развитие различных отраслей экономики, а также взаимовыгодное разделение труда между развивающимися и развитыми капиталистическими странами.

Несмотря на то что в США потенциальные запасы жидкого топлива огромны — они втрое превышают разведанные (не говоря о колоссальных ресурсах жидкого топлива в сланцах), — добыча нефти в этой стране из года в год сокращается, поскольку монополии считают невыгодным вкладывать крупные капиталы в разработку отечественных месторождений, а предпочитают удовлетворять потребности в жидком топливе за счет развивающихся стран.

Страны эти издавна были объектом жестокой эксплуатации Международным нефтяным картелем (МНК) — организацией крупнейших нефтяных монополий⁶. Вплоть до начала 70-х гг. он полностью контролировал капиталистический рынок нефти. На долю МНК приходилось 70% запасов и более половины добычи, переработки и сбыта нефти в несоциалистическом мире.

В то время главными методами ограбления нефтедобывающих стран были кабальные концессионные соглашения, а также сохранение монопольно низких закупочных цен на вывозимое жидкое топливо. МНК вмешивался во внутриполитическую жизнь этих

государств. Концерны присваивали львиную часть прибыли, которая образовывалась благодаря высокой продуктивности месторождений и низким издержкам добычи. В результате доля стран — поставщиков сырой нефти, например, в цене бензина в Западной Европе не превышала 8%. Остальное распределялось почти поровну между монополиями и правительствами стран-импортеров. Что касается США, то и по сей день из каждого доллара, уплачиваемого там на бензоколонке, 40 центов перепадает нефтяным концернам и 25 центов — правительству США. Страны же ОПЕК (речь идет об Организации стран — экспортеров нефти, в которую входят Алжир, Венесуэла, Габон, Индонезия, Ирак, Иран, Катар, Кувейт, Ливия, Нигерия, Объединенные Арабские Эмираты, Саудовская Аравия, Эквадор) получают лишь 13 центов.

Стремясь к завоеванию рынков сбыта жидкого топлива, картель в течение десятилетий поставлял нефть и нефтепродукты по более низким в сравнении с углем ценам. Ему удалось добиться свертывания угледобывающей промышленности в Западной Европе и прекращения роста добычи угля в США. Удельный вес нефти в энергетическом балансе капиталистического мира поднялся с 31% в 1960 г. до 53% в 1973 г. Доля же угля снизилась за этот период с 56 до 22%.

Решение стран ОПЕК повысить цены на нефть, а в некоторых случаях и постепенно сокращать ее добычу и вывоз должно было положить конец разбазариванию невозобновляемых природных богатств. Их цель состояла в том,

⁶ Основные участники созданного в 1928 г. МНК — так называемые «семь сестер»: пять американских монополий («Экссон», «Галф ойл», «Мобил», «Тексако» и «Сокал»), английская «Бритиш петролеум» и англо-голландско-американская «Ройял датч-Шелл».

чтобы заставить МНК согласиться на такие условия, которые обеспечили бы нефтедобывающим странам большую долю в прибылях от операций со столь ценным сырьем.

Согласованные действия стран—членов ОПЕК позволили им добиться значительного роста цен на нефть: только с 1973 г. по март 1978 г. цены на нефть возросли в 5 раз. В общем объеме экспорта нефти капиталистическими странами в 1978 г. на долю стран ОПЕК пришлось 90%. Деятельность ОПЕК отражает стремление развивающихся стран укрепить свой суверенитет, ускорить развитие национальной экономики путем установления контроля над добычей, экспортом и ценами на сырье.

Природные и технико-экономические предпосылки, обусловившие современные энергетические проблемы, сами по себе не могли бы сегодня вызвать дефицит источников энергии. Обострение объективно существующих проблем переросло в кризис под воздействием социально-экономических и политических факторов, присущих государственно-монополистическому капитализму.

Убедительным подтверждением правильности такого вывода может служить то, что в социалистическом мире аналогичные энергетические трудности хотя и оказали определенное влияние на развитие экономики, но кризиса не вызвали. И это стало возможно не только потому, что социалистическое содружество в целом обладает достаточными естественными запасами нефти, угля, газа, урана, гидроэнергии. Принципы функционирования со-

циалистической экономики, ее плановый характер позволили вовремя предсказать возникновение энергетических проблем, а также разработать эффективные программы для их решения и приступить к осуществлению этих программ как в национальных рамках, так и в масштабах Совета Экономической Взаимопомощи⁷.

На XI Всемирной энергетической конференции, состоявшейся в сентябре 1980 г. в Мюнхене, было высказано мнение, что на ближайшие 20 лет наиболее перспективными видами энергии являются атомная энергетика, менее загрязняющая окружающую среду и не привязанная к источникам снабжения топливом, а также использование угля, жидкого синтетического топлива и газа из него. Речь шла также о термоядерном синтезе, солнечной, геотермической, ветровой, приливной и других видах неистощимой энергии.

Окончательное решение энергетической проблемы носит глобальный всеобъемлющий характер и в значительной мере зависит от объединения усилий большого числа государств. В связи с этим представляется необходимым поиск путей, открывающих дополнительные возможности для развития и углубления международного сотрудничества в области изучения топливно-энергетических ресурсов.

Природные ресурсы основных отраслей энергетики

Энергетические проблемы привлекают внимание все большего числа специалистов. Сложность

⁷ Проблемы мира и социализма, 1980, № 12.

этих проблем, обуславливаемая в первую очередь наличием многочисленных внешних и внутренних связей топливно-энергетических комплексов, вызывает необходимость проведения комплексных исследований. В связи с этим в последнее время значительно расширилась «номенклатура» специальностей экспертов, привлекаемых к анализу и прогнозированию различных аспектов развития энергетики. Не может пожаловаться энергетика и на отсутствие внимания широкой общественности к обсуждению проблем и перспектив ее развития.

В настоящее время анализ энергетических проблем, стоящих перед отдельными странами, является уже недостаточным. Аналогично недостаточен и анализ отдельных отраслей мировой энергетики, рассматриваемых в отрыве от мирового топливно-энергетического комплекса. Оба этих направления целесообразно дополнять рассмотрением глобальных проблем развития мировой энергетики. Только при таком подходе возможно избежать недостаточно обоснованных, односторонних выводов.

Одна из глобальных проблем развития энергетики — анализ и прогнозирование запасов основных топливно-энергетических ресурсов. Здесь следует сказать, что в советских и зарубежных публикациях на тему о топливно-энергетических ресурсах имеется большое число разноречивых мнений, значительное терминологическое разнообразие в отношении того, что считать природными топливно-энергетическими ресурсами, каким образом проводить их подразделение и т. д.

Центральное место среди методологических вопросов, имеющих отношение к оценке топливно-энергетических ресурсов, занимает их классификация. Большие различия в интерпретации групп (классов) природных ресурсов создают трудности при сравнении данных внутри отдельных видов ресурсов, а также видов ресурсов между собой. Далеко не все основные понятия у энергетиков унифицированы, и иногда один и тот же термин в различных публикациях имеет разные значения. Так, например, в статистике ООН в качестве топливного эквивалента энергии принято условное топливо. Эта же величина принята в СССР. Во Франции применяется угольный эквивалент (6500 ккал/кг). Иногда используется «нефтяной эквивалент» и т. д. Как отмечается в монографических материалах⁸, некоторые страны приводят по электростанциям установленную мощность, другие — располагаемую, третьи — максимально возможную. В публикациях канадских специалистов производство электроэнергии указывается нетто (без учета потребления на собственные нужды), в публикациях же английских специалистов — брутто. Поэтому при анализе данных по развитию энергетики различных стран необходимо тщательное приведение их к сопоставимому виду.

В мировой литературе широко распространенной точкой зрения является подразделение энергии на четыре группы: первичную, вторичную, конечную и полезную.

Первичная энергия — это энер-

⁸ Непорожний П. С. Об энергетике мира. — В сб.: Энергетика мира. — М.: Энергия, 1976, с. 408.

гия, содержащаяся в первичных природных источниках, например в 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, т. е. энергии, обеспечивающей энергетические нужды потребителя. К таким видам первичной энергии относится, в частности, природный газ.

В большинстве случаев первичная энергия преобразуется во вторичную энергию, т. е. такую форму энергии, которая может найти себе самое широкое применение, например: электричество, бензин, сортированный уголь и т. д. Первичная энергия преобразуется во вторичную несколькими различными способами. Например, крупные ТЭС вырабатывают электроэнергию и иногда тепло для центрального отопления. Нефтеперерабатывающие заводы преобразуют нефть в более удобные виды жидкого топлива — в бензин, керосин, дизельное топливо и лигроин.

Завершает процесс — преобразование вторичной энергии в конечную (энергию мотора, печи или электрической лампочки) и конечной энергии в полезную энергию, т. е. энергию, которая фактически переходит в продукцию или используется в обслуживании.

В научной литературе нередко применяются термины «возобновляемые» и «невозобновляемые» энергоресурсы. Основная часть первичных источников энергии относится к категории невозобновляемых ресурсов, поскольку в современную эпоху не проис-

ходит процесс образования угля и нефти.

Часть первичных источников энергии относится к категории возобновляемых ресурсов — энергия рек, солнца, ветра, геотермальных источников Земли.

А теперь дадим краткую характеристику природных ресурсов основных отраслей энергетики: нефтяной, газовой, угольной промышленности, гидроэнергетики и ядерной энергетики.

Нефтедобывающая промышленность

К началу XX столетия нефтедобывающая промышленность была развита еще очень слабо: на долю нефти приходилось только 2,3% мирового топливно-энергетического баланса.

К моменту проведения Первой мировой энергетической конференции в 1924 г. в общей сложности из недр земли было добыто 1,56 млрд. т нефти, а за 50-летний период с 1923 по 1973 г. — 39,45 млрд. т, т. е. добыча нефти за эти 50 лет более чем в 25 раз превышает добычу ее за всю предыдущую историю развития человечества. Только в 1973 г. было добыто 2,78 млрд. т нефти, что превышает суммарный объем ее добычи до 1930 г. В настоящее время добыча нефти превышает 3 млрд. т у. т.

В течение XX столетия ни один вид топливно-энергетических ресурсов не оказал такого заметного влияния на социальное и экономическое развитие человечества, как нефть.

Большинство специалистов в настоящее время сходится на такой оценке, что в недрах Земли залегает около 1,3 трлн. т нефти,

из них 840 млрд. т (т. е. почти 65%) должно быть еще открыто геологами. Если предположить, что из отмеченных запасов может быть извлечено только 30%, то, следовательно, человечество располагает 390 млрд. т нефти, в том числе 41 млрд. т уже добыто.

По ряду других оценок из недр Земли всего может быть извлечено от 185 до 290 млрд. т нефти. Мировые достоверные извлекаемые запасы нефти в настоящее время оцениваются в 91,6 млрд. т⁹.

Неоднократно как в СССР, так и за рубежом публиковались материалы, характеризующие борьбу, которая развертывалась с начала текущего столетия и до наших дней между крупнейшими нефтяными монополиями за природные богатства различных стран.

Схватку за нефтяные богатства Азии выигрывали почти всегда англо-американские нефтяные монополии, хотя отдельные куски уникального нефтяного «пирога» перепали и компаниям Италии, Голландии, ФРГ и других стран.

Могущество гигантских нефтяных монополий может быть проиллюстрировано всего лишь одним показателем: в 1970 г. на долю самой мощной американской нефтяной компании «Стандард ойл оф Нью-Джерси» приходилось 304,6 млн. т добытой нефти — немногим более 1/8 части мировой добычи в этом году — 2265 млн. т.

Интересны высказывания ряда бизнесменов и политических деятелей, свидетельствующие о том,

⁹ Нельсон Э. Л., Карлсмит Р. С., Геллер Г. Э. и др. Обзор мировых энергетических ресурсов. 1974 г. — В сб.: Энергетика мира. — М.: Энергия, 1976, с. 12—18.

что англо-американские нефтяные монополии рассматривают страны Ближнего и Среднего Востока как свой «нефтяной заповедник». Но в последние годы им живется в Азии уже не так вольготно, как прежде. Арабские страны постепенно ограничивают незаконное хозяйничанье иностранных монополий. Необходимо отметить, что на страны Ближнего и Среднего Востока приходится почти 68% достоверных извлекаемых запасов нефти, имеющих в недрах всех капиталистических и развивающихся стран.

Данные, характеризующие распределение извлекаемых запасов нефти по различным регионам мира, приводятся в табл. 1.

Газовая промышленность

По сравнению с нефтяной промышленностью развитие газовой промышленности при наличии значительных запасов природного и попутного газов сдерживалось в основном двумя факторами: значительными затратами на транспортировку и чрезвычайно ограниченными возможностями хранения. Необходимо отметить, что мощность подземных хранилищ газа, как правило, не соответствует производительности современных систем магистральных газопроводов и, кроме того, местоположение их не всегда благоприятно по отношению к пунктам потребления.

Сравнение использования природного и попутного газов показывает значительное отставание и неэффективность использования последнего. И в настоящее время во многих нефтедобывающих районах мира попутный газ в больших количествах сжигается в факелах на промыслах.

Таблица 1'

Доказанные запасы и суммарная добыча нефти, млрд. т

Регионы и страны	Доказанные запасы (1978 г.)	Суммарная добыча за 1971—1978 гг.
Все капиталистические и развивающиеся страны	74,87	17,33
Ближний и Средний Восток	50,78	8,02
Африка	7,71	2,23
Северная Америка	6,90	4,20
Центральная и Южная Америка	3,56	1,79
Западная Европа	3,24	0,28
Юго-Восточная Азия, Дальний Восток, Австралия и Океания	2,68	0,81

¹ Мангушев В., Мангушев И. Много ли еще нефти в мире? — Нефтяник, 1980, № 4, с. 44—47.

Таблица 2

Доказанные запасы природного газа

Страны и регионы	Запасы, трлн. м ³	Доля в общих запасах, %
СССР	26,0	40
Ближний и Средний Восток	14,5	22
Северная Америка	8,2	13
Африка	5,9	9
Западная Европа	4,0	6
Дальний Восток	3,2	5
Южная Америка	2,2	3
КНР и Восточная Европа	1,0	2
Весь мир	65,0	100

Однако положение с развитием газовой промышленности резко изменяется, и природный газ становится основным топливно-энергетическим ресурсом во многих

районах мира.

В табл. 2 приводится оценка мировых доказанных запасов природного газа по состоянию на 1976 г.

Необходимо отметить, что информация о запасах природного газа игнорировалась в тех странах, которые не располагают достаточным внутренним спросом или не имеют средств для транспортировки на экспорт. Таким образом, подходы к оценке запасов природного газа различны в разных регионах. И различия в оцененных объемах не отражают полностью реальных различий в геологических потенциалах. Запасы же газового конденсата определены еще менее точно, так как они рассчитываются в зависимости от запасов природного газа.

Угольная промышленность

Степень зависимости развития мировой экономики от органических топлив характеризуется, например, таким обстоятельством: доля органических топлив в мировом энергетическом балансе в настоящее время примерно такова, какой она была в начале нынешнего столетия. Однако доля угля, который в начале XX в. обеспечивал 95% всех потребностей человечества в энергии, в настоящее время снизилась до уровня менее $\frac{1}{3}$.

Анализ ряда специфических особенностей интенсивного роста энергопотребления и изменений в структуре топливно-энергетического комплекса позволяет пояснить процесс очередности вовлечения топливно-энергетических ресурсов в мировой топливно-энергетический баланс. Осуществленный в послевоенные годы переход с твердых топлив на жидкие и газообразные углеводороды обусловил получение как существенных технологических преимуществ, так и повышение эффективности топливно-энергетического

комплекса в целом. Основные преимущества жидкого и газообразного топлива перед твердым — это экономичность, удобство, многообразие использования, транспортабельность.

Эти факторы имели решающее значение для повышения экономичности энергоснабжения, одновременно способствуя увеличению эффективности энергопотребления и снижению неблагоприятной нагрузки энергетики на окружающую среду.

Экономический рост и развитие топливно-энергетического комплекса были бы существенно замедленными, если бы не было постоянного совершенствования структуры и характеристик всего комплекса. Главной особенностью практически всех технологических процессов является повышение эффективности использования сырья. В энергетике этот эффект достигается за счет: перехода на более качественные, удобные и управляемые энергоресурсы: снижения расхода энергии для выполнения одной и той же работы или для получения таких же условий комфорта; получения большего количества энергии из того же объема исходных топливно-энергетических ресурсов и т. д.

Структурные изменения в мировом топливно-энергетическом комплексе, выражающиеся в возврате к менее эффективным топливно-энергетическим ресурсам, являются процессом трудным и инерционным. В связи с этим четко наметившаяся в перспективе переориентация мирового топливно-энергетического баланса с нефти и природного газа на уголь потребует осуществления научно-технической революции в технологии добычи, транспорта, пере-

работки и использования этого топливно-энергетического ресурса.

В настоящее время большая часть мировой добычи угля осуществляется шахтным способом. Однако в ряде стран быстрое развитие получает открытый способ добычи угля.

Основными потребителями угля являются и прогнозируются на ближайшее будущее тепловые электростанции и металлургия. В химической промышленности, на транспорте и в отоплении в настоящее время уголь в значительной мере вытеснен нефтью и природным газом и вряд ли в будущем сумеет вернуть себе здесь утраченные позиции.

подавляющая часть запасов твердых энергетических ресурсов расположена к северу от 30° с. ш. и сосредоточена главным образом в четырех странах — СССР, США, КНР и Канаде. На долю этих стран приходится более 90% мировых запасов угля. Необходимо отметить, что геология угля (в отличие от геологии нефти и газа) относительно проста; залежи, как правило, однообразны на обширных территориях и расположены вблизи от поверхности земли.

Исследования, проведенные различными группами специалистов, показали, что только 1,2 трлн. т запасов (или менее 12%) относятся к категории разрабатываемых ресурсов угля. Причем из них лишь немногим менее половины (550 млрд. т) рассматриваются как извлекаемые при современном уровне развития угольной промышленности.

До настоящего времени из недр Земли в общей сложности извлечено около 130 млрд. т угля, что

составляет примерно $\frac{1}{4}$ располагаемых извлекаемых запасов и около 1% всех мировых запасов угля.

Сейчас в мире в год добывается около 3 млрд. т угля, причем немногим более половины добычи приходится на перечисленные выше страны.

Необходимо отметить, что на долю Европы (без СССР) приходится $\frac{1}{3}$ мировой добычи угля, хотя этот регион располагает всего 6% мировых запасов. Крупными угледобывающими странами являются также Индия, ЮАР и Австралия. Ни одна из ведущих угледобывающих стран мира практически не ограничена ресурсами. Однако во многих из них (особенно в Европе) затраты на добычу угля значительны в связи с глубоким залеганием угольных пластов и слабой их мощностью, а также низким качеством угля.

Если известные прогнозы внедрения эффективных технологий гидрогенизации и газификации угля не окажутся чрезмерно оптимистичными, то в перспективе может вновь расшириться сфера использования угля на транспорте, для отопления помещений и т. д.

Необходимо отметить, что в последние 6—7 лет в связи с энергетическим кризисом, а также повышением требований к охране окружающей среды работы в области гидрогенизации и газификации угля чрезвычайно активизировались.

Гидроэнергетические ресурсы

Мировые гидроэнергетические ресурсы по оценкам, содержащимся в материалах IX Мировой энергетической конференции, составляет 9,8 трлн. кВт·ч, при-

чем экономический потенциал гидроэнергетических ресурсов нашей страны составляет 1,1 трлн. кВт·ч, что равно 11,2% мировых гидроэнергетических ресурсов.

Второе место в мире по гидроэнергетическому потенциалу занимают США — 0,69 трлн. кВт·ч, что составляет 62% гидроэнергетического потенциала Советского Союза и 7,0% мировых гидроэнергетических ресурсов.

Третье место в мире по гидроэнергетическому потенциалу принадлежит Бразилии — 0,66 трлн. кВт·ч. Гидроэнергетический потенциал Бразилии составляет 60% гидроэнергетического потенциала Советского Союза и 6,7% мировых гидроэнергетических ресурсов.

Вместе на долю трех гидроэнергетических гигантов планеты — СССР, США и Бразилии — приходится ровно $\frac{1}{4}$ гидроэнергетических ресурсов мира. Гидроэнергетический потенциал остальных стран мира значительно меньше. Так, например, занимающая четвертое место Канада располагает более чем втрое меньшим гидроэнергетическим потенциалом, чем занимающая третье место Бразилия.

Гидроэнергетическими ресурсами, оцениваемыми более чем в 100 млрд. кВт·ч., располагает 9 государств мира. На их долю приходится 33,7% гидроэнергетических ресурсов планеты.

Ядерная энергетика

В последние годы в производстве электроэнергии стала повышаться доля атомных электростанций, которые в ряде стран играют уже заметную роль в суммарной выработке электроэнергии.

Сегодня на Земле действует более 250 атомных электростанций (АЭС) общей мощностью свыше 150 млн. кВт. Так, например, в Швейцарии на атомных электростанциях вырабатывается $\frac{1}{6}$ часть электроэнергии. В США находится более $\frac{1}{8}$ тепловых реакторов, которые обеспечивают 12% электроэнергии в стране, в Англии атомные электростанции дают почти 10% суммарной выработки электроэнергии.

Доля атомных электростанций в общем мировом производстве электроэнергии составляет 3%, а по ряду прогнозов может возрасти к 2000 г. до 25%.

По крайней мере в течение нескольких ближайших десятилетий главным видом ядерного топлива будет уран. По ряду прогнозов до 2000 г. большое распространение могут получить реакторы-размножители, которые используют уран, но, в свою очередь, производят ядерное топливо — плутоний. Кроме того, широкое применение в газоохлаждаемых реакторах может найти торий.

Спрос на уран на мировом топливно-энергетическом рынке будет увеличиваться (особенно до начала широкого применения реакторов-размножителей).

Из известных дешевых месторождений урана наибольшие по мощности расположены в Австралии, США, Франции, Канаде, Нигере и ЮАР. Промышленные залежи урана имеются также в социалистических странах Европы и Азии.

В целом же уран широко распространен по всему миру. Среднее содержание урана в рудных скальных породах составляет 2 г/т. Большая часть руд содержит менее 1% урана. Некоторые же месторождения имеют гораз-

до большую концентрацию урана.

Мировые запасы урана (без социалистических стран) оцениваются в 5 млн. т окиси урана или 4,25 млн. т металлического урана. Необходимо отметить, что 80% мировых запасов урана, добыча которых экономически целесообразна, приходится на четыре страны: США, Канаду, ЮАР и Австралию.

Средняя концентрация тория в скальных породах более чем в 3 раза выше средней концентрации урана. Пригодная для промышленного освоения часть тория сосредоточена главным образом в твердом минеральном моназите. Крупные залежи моназита обнаружены в Европе, на побережье Индии и Австралии, в США. Так как в настоящее время годовой спрос на торий не превышает 1 тыс. т, то разведанные запасы этого ядерного горючего намного превышают потребности в нем.

Ядерное топливо является единственным видом топливно-энергетических ресурсов, которые постоянно классифицируются в соответствии с относительной стоимостью их добычи. Попытки распространения этого принципа классификации и на органические топлива (особенно на уголь), к сожалению, пока не увенчались успехом.

Специалисты считают, 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 30 700 МВт¹⁰.

Сланцевая промышленность

Энергетический кризис 1973 г. ускорил и интенсифицировал процесс использования ряда топливно-энергетических ресурсов, которые ранее вытеснялись из топливно-энергетического баланса нефтью и природным газом. Одним из таких топливно-энергетических ресурсов являются сланцы. Горючие сланцы — твердое полезное ископаемое осадочно-органического происхождения с различным содержанием органического вещества — керогена. При сгорании горючие сланцы дают значительное количество тепла, а при термическом разложении — выделяют жидкие продукты и высококалорийный газ, состоящие из разнообразных химических компонентов. Горючие сланцы классифицируют на три группы: битуминозные, пиробитуминозные и переходные сланцы. Необходимо отметить, что горючие сланцы содержат, как правило, ценные химические элементы: бериллий, германий, иттрий, скандий.

Промышленная переработка горючих сланцев впервые началась во Франции в 1838 г., а затем стала развиваться и в других странах (Шотландия, Канада, Австралия, Бразилия, Новая Зеландия, Швейцария, Испания, Южная Африка). Опытные заводы были пущены в США в 1944 г.

Горючие сланцы используются главным образом в качестве сырья для производства жидких топлив, аналогичных получаемым при переработке нефти. Из сланцевой смолы извлекают бензин, дизельное топливо, газ, моторное топливо, а также другие вторичные продукты: асфальт, кокс, полу-

¹⁰ См.: Курьер ЮНЕСКО, 1981, август, с. 21.

кокс, смолу, воск и моющие средства. Горючие сланцы применяются в качестве топлива для электростанций.

Однако в зависимости от горно-геологических характеристик месторождений горючих сланцев и способов их разработки изменяется содержание в сланцах влаги в достаточно широком диапазоне: 15—35%. Значительная зольность и влажность горючих сланцев затрудняют их вовлечение в топливно-энергетический баланс, так как обуславливают существенные дополнительные затраты на их обогащение и осушку. Кроме того, очень важным условием является повышение экономической эффективности применения горючих сланцев. Это прежде всего: совместное производство электрической и тепловой энергии, низкая стоимость добычи ископаемого, использование его вблизи места добычи и, конечно, отсутствие в районе добычи и использования дешевых источников энергии.

Трудности с поставками нефти и газа и резкое повышение цен на них в связи с энергетическим кризисом могут способствовать более широкому использованию горючих сланцев.

Проблема «энергетического голода»: миф или действительность?

Заводы и фабрики с каждым годом потребляют все больше энергии. Быстро растет парк автомобилей и тракторов, которые также потребляют немало энергии. Ведущая роль в производстве энергии в первой половине XX в. принадлежала углю, нефти

и газу, запасы которых велики, но не беспредельны. Это привело к тому, что в промышленно развитых капиталистических странах в газетах и журналах появились статьи, авторы которых предрекали человечеству «энергетический голод».

Что же это: миф или действительность? Было бы ошибкой закрывать глаза на то, что эти тревоги имеют под собой некоторую почву, но, по существу, речь идет о сложных проблемах, которые человечество может решить, если оно обуздает эгоистические интересы транснациональных корпораций и объединит свои усилия на благо мирного труда и социального прогресса народов всего мира.

Чтобы правильно оценить энергетическое будущее, необходимо знать, как люди потребляли невозобновляемые источники энергии и как накапливали их для будущих поколений. Оценивая сегодняшнюю информацию о запасах невозобновляемых источников энергии, нельзя упускать из виду и степень изученности недр нашей планеты. Если в качестве модели Земли принять апельсин, то исследованные (причем далеко не по всей поверхности суши и шельфов морей и океанов, а лишь частично) недра могут быть уподоблены не кожуре этого апельсина, а толщине той папиросной бумаги, в которую он иногда бывает завернут.

Так каковы же энергетические ресурсы мира в настоящем, ближайшей и отдаленной перспективе? Ответам на эти вопросы посвящены многочисленные публикации отечественных и зарубежных исследователей. И ответы эти далеко не однозначны, что

обусловлено сложностью проблемы.

Анализ развития мировой энергетики заставляет задуматься над различными «энергетическими парадоксами» современности.

Начнем с того, что распределение запасов первичных источников энергии по континентам и странам неравномерно. Как правило, топливно- и энергодобывающие районы не совпадают с энергопотребляющими районами. Например, больше половины мировых разведанных запасов природного газа находится в Европе и Азии. Но одна из наиболее промышленно развитых стран Азиатского континента Япония почти не располагает запасами энергоресурсов и вынуждена импортировать различные виды энергоносителей. Кроме того, больше половины мировых запасов нефти находится в районах Ближнего и Среднего Востока, где потребление нефти до последнего времени было крайне незначительно.

Неравномерно не только распределение запасов первичных источников энергии, но и потребление энергии по странам.

Несовпадение энергодобывающих и энергопотребляющих регионов обуславливает возникновение и интенсивное развитие мощных энергетических потоков. Так, например, промышленно развитые страны Западной Европы импортируют свыше 95% потребляемой нефти, главным образом из стран Ближнего и Среднего Востока (почти $\frac{2}{3}$ импорта) и из Ирана, Алжира и Нигерии (свыше $\frac{1}{5}$ импорта).

Одним из основных импортеров на международном топливно-энергетическом рынке является США: около 300 млн. т нефти

(в основном из Венесуэлы и других стран Латинской Америки) и 30 млрд. м³ природного газа. В последней четверти XX столетия перед человечеством открылись перспективы практически неограниченного использования различных видов энергии. И именно в этот период капиталистический мир потрясает разрушительный энергетический кризис, который с наибольшей силой (что также парадоксально) затрагивает те капиталистические страны, научно-технический потенциал которых высок и в которых небезуспешно исследуются проблемы использования геотермальных, солнечных, ветровых и других источников энергии¹¹.

В последнее время человечество все больше и больше беспокоит проблема эффективного использования топлива, энергии и материалов. Это понятно, так как за последние десятилетия очень высокими темпами стало расходоваться то, что накапливалось в недрах Земли миллионами лет.

В истории развития мира неоднократно появлялись зловещие прорицатели, которые предсказывали гибель человечества. Достаточно вспомнить Апокалипсис, Мальтуса или проповедников теории тепловой смерти Вселенной. Энергетический кризис, который в конце 1973 г. охватил практически все наиболее развитые капиталистические страны, с новой остротой выдвинул вопрос: не ждет ли человечество энергетиче-

¹¹ Исследованию различных сторон энергетического кризиса посвящен ряд работ, в том числе: Л и с и ч к и н С. М. Энергетические ресурсы и нефтегазовая промышленность мира.— М., Недра, 1974; Энергетический кризис в капиталистических странах.— Мировая экономика и международные отношения, 1974, № 2; Энергетический кризис в капиталистическом мире.— М., Мысль, 1975; Проблемы мира и социализма, 1980, № 12.

ческий голод или даже энергетическая смерть?

Стремительные темпы роста энергопотребления натолкнули ряд экспертов на мысль о том, что к концу текущего столетия первичные источники энергии могут практически полностью истощиться. И если до 2000 г. не будет освоена в достаточных промышленных масштабах атомная энергия, то в мире может возникнуть энергетический голод.

Можно привести несколько соображений по поводу возникновения и пропагандирования этой теории. Прогнозы относительно предстоящего истощения первичных источников энергии принадлежали главным образом буржуазным ученым-атомщикам, не занимавшимся комплексными исследованиями перспектив развития всех источников энергии. И, по-видимому, некоторые из них переоценили возможности скорейшего промышленного внедрения атомной энергетики, а современный бурный рост энергопотребления во многом способствовал этой переоценке.

Приводились и конкретные сроки истощения на Земле широко применяемых в настоящее время первичных источников энергии. Так, например, по данным американских специалистов, уже через 25 лет практически полностью могут быть исчерпаны гигантские месторождения нефти и природного газа в США. Известный индийский физик Баба считает, что запасы энергии будут исчерпаны в Азии и на Дальнем Востоке менее чем через 30 лет; в Южной и Центральной Америке — менее чем за 40 лет; на Ближнем Востоке — раньше чем через 65 лет.

По пессимистическим прогнозам эти сроки сокращались еще больше: для Азии и Дальнего Востока — до 13 лет; для Южной Америки — до 19 лет; для Среднего Востока — до 35 лет; для Африки — до 49 лет.

Объяснить быстрое распространение «теории» о скором истощении нефтяных залежей можно и пропагандой, которую неустанно и изощренно ведут гигантские нефтяные монополии, чтобы оправдать агрессивную нефтяную политику в ряде стран и континентов, нефтяные богатства которых они давно захватили и сверхприбыльно эксплуатируют.

Но не следует слишком драматизировать ситуацию, как это делают некоторые футурологи, считающие, что к 2050 г. почти 78% возможных ресурсов горючих ископаемых будет исчерпано.

Грозит ли все-таки человечеству в ближайшей или отдаленной перспективе энергетический и, в частности, нефтяной голод? Данные, приводимые в настоящее время большинством экспертов, свидетельствуют о том, что по наличию ресурсов и уже открывшимся возможностям их использования энергетический голод человечеству не угрожает, но энергетические ресурсы не беспредельны. При этом используются официальные апробированные сведения научных мировых конгрессов и солидных статистических изданий по различным отраслям и проблемам развития мировой энергетики.

При исследовании закономерностей развития мирового топливно-энергетического комплекса выделяют три периода.

Первый период (с 1860 по 1913 г.) характеризуется непре-

рывным и интенсивным ростом энергопотребления.

В связи с рядом экономических и политических факторов для периода между двумя мировыми войнами характерно отсутствие стабильности в развитии энергопотребления. В первые годы после второй мировой войны также не наблюдалось закономерностей в динамике энергопотребления, так как возникла необходимость восстанавливать экономику ряда стран.

Начало второго периода относят к 1950 г. (для США начало второго периода относят к 1960 г., для того чтобы исключить влияние корейской войны и суэцкого кризиса). Концом второго периода считается 1973 г.—год энергетического кризиса.

Третий период в развитии топливно-энергетического комплекса — с 1973 г. и по настоящее время. В третьем периоде развитие мирового топливно-энергетического комплекса столкнулось с рядом специфических проблем. От эффективного разрешения

этих проблем зависят не только направления и темпы развития топливно-энергетического комплекса, но и темпы развития мировой экономики в целом.

В последнем, третьем периоде особенно следует выделить пятилетие 1976—1980 гг., которое явилось началом качественно нового этапа в развитии мировой энергетики. В табл. 3 приводится изменение приростов мирового энергопотребления за последние 20 лет.

Если за 1961—1965 гг. мировое потребление основных видов энергии возросло на 1,1 млрд. т у. т., то за 1966—1970 гг. этот рост составил 1,4 млрд. т у. т. (увеличение прироста почти в 1,3 раза), а за 1971—1975 гг.—уже 1,8 млрд. т у. т. (увеличение прироста также почти в 1,3 раза). Однако за 1976—1980 гг. прирост мирового потребления основных видов энергии составил только 1,63 млрд. т у. т. (меньше 91% прироста потребления энергии за предыдущее пятилетие).

Таблица 3

Изменение приростов мирового энергопотребления

Пятилетия	1961—1965 гг.	1966—1970 гг.	1971—1975 гг.	1976—1980 гг.
Прирост мирового потребления основных видов энергии, млн. т у. т.	1102	1398	1800	1630

За 120 лет (с 1860 по 1980 г.) мировое потребление основных видов энергии выросло почти в 19 раз, а потребление основных видов энергии на душу населения за этот период увеличилось примерно в 6 раз.

За период с 1860 по 1980 г. произошло не только резкое из-

менение мирового потребления основных видов энергии. Существенно изменилась и структура энергопотребления. 100 лет назад 80% первичных источников энергии использовалось на отопление и на другие бытовые потребности и только 20% — на производственные нужды и транспорт. В на-

Информация,

новости науки,

проекты

Общее количество мировых топливно-энергетических ресурсов.

Горючие полезные ископаемые 11 трлн. т у. т.

Уран для реакторов-размножителей на быстрых нейтронах 8 трлн. т у. т.

Гидроресурсы, всего 0,7 трлн. т у. т./год

В том числе:

реки 0,3 трлн. т у. т./год

приливо-отливные и волновые колебания 0,4 трлн. т у. т./год

Солнечная энергия $9 \cdot 10^2$ трлн. т у. т./год

Дейтерий для управляемого термоядерного синтеза $75 \cdot 10^9$ трлн. т у. т./год

Теплосодержание Земли $1,1 \cdot 10^9$ трлн. т у. т.

В том числе выделение при землетрясениях 0,0003 трлн. т у. т./год

Энергия ветра 2 трлн. т у. т./год

Другие источники энергии $8 \cdot 10^{11}$ трлн. т у. т./год

(Проблематичны такие источники, как гравитационная и упругая энергия, уран в морской воде, энергия дифференциации и приливных течений в земной коре, энергия вращения Земли, энергия термоупругой деформации.)

Существенное место в энергетическом балансе будущего займет термоядерная энергия. Топливом для термоядерной реакции служат дейтерий и литий, превращаемый в тритий. Запасы их велики. $1/3$ дейтерия, содержащегося в 10 л обыкновенной воды, с избытком хватит, чтобы удовлетворить среднегодовую потребность одного жителя Земли в энергии. Это эквивалентно энергии, содержащейся в 2 т каменного угля и 2300 л бензина.

В прогнозах развития энергетики будущего все большее место отводится водороду как идеальному энергоносителю. Чем же замечателен водород? Во-первых, у него высокая калорийность на единицу массы: она почти в 3 раза превосходит бензин; во-вторых, широкие пределы воспламеняемости в воздухе, что обеспечивает стабильное горение; в-третьих, водород почти не загрязняет окружающую среду. Топки для его сжигания, не требующие дымовых труб, компактны.

В настоящее время развитие водородной энергетики сдерживается дороговизной получения водорода: он стоит примерно в 3—4 раза дороже, чем ископаемые виды топлива. Однако при росте цен на минеральное сырье водород может стать вполне конкурентоспособным энергоносителем.

В ближайшем будущем предвидится создание транспортных водородных двигателей и специальных нагревателей, экспериментальных самолетов на водородном топливе и электробатарей, работающих на принципе соединения водорода с кислородом с КПД 60—70%. Стоит задача — изыскать эффективный и недорогой источник энергии для разложения воды на водород и кислород. Им может стать высокотемпературный ядерный реактор и солнечные установки, а в более отдаленном будущем установки для радиолитизации или фотосинтеза с получением водорода при поглощении световых квантов хлорофиллом, а также приливо-отливная энергия океана.

Открытия,

гипотезы,

загадки



В США изучается вопрос о производстве энергии на базе лесоводческих хозяйств. В этих хозяйствах выращиваются особые виды деревьев (например, тополь), способные давать новые побеги из пеньков после порубки. Эти быстрорастущие деревья на площади около 12 тыс. га непахотных земель могут обеспечить топливом ТЭЦ мощностью 400 МВт.

Основные параметры прогноза потребления энергии в США в 2000 г.
В скобках данные потребления энергии в 1979 г.

Суммарное потребление энергии 27 325 ($19\,990 \times 10^{12}$ ккал), в том числе нефти — 645 (900) млн. т, угля — 1690 (760) млн. т, природного газа — 470 (550) млрд. м³; в млрд. кВт·ч: гидроэнергии — 498 (342), атомной энергии — 1655 (388), прочих источников электричества — 250 (3), в том числе геотермальной энергии — 62 (4); производство электроэнергии, в млрд. кВт·ч: из угля — 2697 (1185), из природного газа — 157 (440), из жидкого топлива — 187 (400), всей электроэнергии (включая ТЭС и АЭС) — 5500 (2663). В 2000 г. снабжение нефтью будет складываться следующим образом: в млн. т — собственная добыча — 285 (около трети на Аляске), извлечение из битуминозных сланцев — 15 (из 220 млн. т материала), добыча газоконденсата — 45, импорт сырой нефти — 210, нефтепродуктов — 85, газоконденсата — 5, снабжение газообразным топливом: в млрд. м³ — добыча природного газа 330, его импорт по трубопроводам 40, в сжиженном виде 70, газификация угля 30 (11 предприятий, 85 млн. т угля). В 2000 г. душевое потребление составит (в скобках в 1979 г.): жидкого топлива — 2,3 (3,3) т, природного газа — 1,6 (2,0) тыс. м³, угля — 1,2 (0,7) т, электричества — 18,4 (9,2) тыс. кВт·ч (угля, нефти и газа — не включая перерабатываемых в электричество). Основные проблемы энергоснабжения США в 2000 г. будут по-прежнему связаны с нехваткой нефти и газа, особенно в области транспорта. Для того чтобы «вписаться» в эти прогнозы, автомобильному транспорту предстоит удвоить эффективность сжигания топлива (в расчете на длину пробега). Кроме того, не менее 10% автопарка надо перевести на электричество и 10% на газойль. Рост доли электричества делает неизбежным рост потерь на преобразование энергии, которые в расчете на душу населения возрастут с 18,25 до 36,5 тыс. ккал. В связи с этим общее душевое потребление энергии увеличится с 89,75 до 103,7 тыс. ккал. Однако за вычетом этих потерь оно сократится с 71,5 до 67,25 тыс. ккал, что представляется весьма важной тенденцией. Сейчас около половины всей энергии расходуется на образование пара. Согласно расчетам авторов прогноза, в 1978 г. в США было потреблено 672 млн. т продуктов сельского хозяйства, 135 млн. т стали, 7 млн. т алюминия и меди, 84 млн. т цемента и 220 млн. т других видов продукции, 220 млн. т лесопродуктов. На этом фоне объем потребления топлива выглядит очень большим (в млн. т): угля 700, жидкого топлива — 1032, газа — 419, дров — 95, всего — 2246, т. е. в полтора раза больше, чем всех других основных материалов.

стоящее время это соотношение практически стало обратным — на бытовые нужды идет уже менее 30% потребляемых в мире топливно-энергетических ресурсов. О более квалифицированном использовании первичных источ-

ников энергии свидетельствует и следующий факт: в 1900 г. менее 1% топливно-энергетических ресурсов шло на производство электрической энергии. В настоящее время — более 25% (табл. 4).

Таблица 4

Изменение удельного веса различных источников энергии в мировом энергетическом балансе (в %)

Источники энергии	Годы								
	1860	1900	1920	1940	1950	1960	1965	1970	1980
Уголь	24,7	57,6	62,4	58,3	54,1	45,5	38,2	30,5	28,4
Нефть	—	2,3	6,8	14,0	23,8	29,8	34,5	40,0	46,2
Природный газ	0,9	0,9	1,4	3,6	9,0	13,9	16,6	19,7	18,8
Дрова	57,1	22,2	11,6	5,5	5,9	4,4	4,3	3,4	0,8
Прочие источники	16,6	16,7	16,4	16,3	7,2	6,4	6,4	6,4	5,8
В том числе:									
гидроэнергия	0,7	0,3	1,4	2,3	6,5	6,8	5,8	5,2	4,7
атомная энергия	—	—	—	—	—	—	0,1	0,4	1,1

«Абсолютным рекордсменом» в мировом энергетическом балансе, как следует из данных, приводящихся в табл. 4¹², до 1965 г. являлся уголь (62,4% мирового энергетического баланса в 1920 г.). Но мировое потребление основных видов энергии равнялось тогда лишь 2,1 млрд. т у. т. или было почти в 3,5 раза меньше того уровня, которого достигло мировое потребление энергии через полвека. В 1970 г. нефть составляла 40% мирового потребления энергии, но мировой энергетический баланс в этом году составлял уже 7,2 млрд. т у. т., т. е., как отмечалось, почти в

3,5 раза превышал уровень 1920 г. В сумме же нефтегазовая промышленность уже в 1975 г. вплотную приблизилась к рекордной доле в мировом энергетическом балансе (61,2%), а в 1980 г. превзошла ее — 65,0%.

О все ускоряющемся развитии мирового энергетического комплекса свидетельствуют такие данные: за 20-летие с 1951 по 1970 г. в мире было потреблено столько энергии, сколько за предыдущие 100 лет. При этом необходимо отметить, что за последние 100 лет было потреблено почти столько же энергии, сколько было потреблено за всю предыдущую историю человечества¹³.

¹² Лисицкий С. М. Энергетические ресурсы и нефтегазовая промышленность мира.— с. 408.

¹³ Непорожний П. С. Об энергетике мира.— В сб.: Энергетика мира, с. 3—11.

В 1947 г. добыча газа в мире составляла всего 73 млрд. м³, а через четверть века (в 1972 г.) превысила 1,3 трлн. м³. В 1980 г. добыча газа в мире достигла почти 1,7 трлн. м³. Добыча нефти увеличилась с 320 млн. т в 1945 г. до почти 3300 млн. т в 1980 г.

В течение этого периода число нефтедобывающих стран увеличилось с 45 до 65. Геологоразведочные работы на нефть и газ ведутся более чем в 120 странах.

Даже эти немногие показатели позволяют составить первое представление о бурном развитии нефтегазового сектора мировой топливно-энергетической промышленности, на продукцию которого ориентируются современные энергетические балансы мира.

Необходимо отметить, что увеличение в топливно-энергетическом балансе доли качественных энергоносителей приводит к заметному повышению эффективности производства. Так, например, замена природным газом твердого топлива сопровождается экономией топлива и повышением производительности агрегатов:

в доменном производстве — на 10 и 2—4%; в производстве алюминия — на 30 и 5—10%; в производстве меди — на 25—30 и 10—12%; на электростанциях — на 6—7 и 2—4% и т. д.

Не означает ли сказанное выше, что человечество может отказаться от дальнейшего увеличения добычи и использования остальных первичных источников энергии, например угля, ориентируясь только на более экономичные их виды — нефть и газ, а в последующем — на атомную энергию? Энергетический кризис развеял эти иллюзии.

В настоящее время все более настоятельно вырисовывается необходимость гармоничного развития мировой энергетики, которое предусматривает в качестве одного из основных факторов, обуславливающих коренные изменения в энергетическом хозяйстве, усиление и интенсификацию энерго- и топливосберегающих тенденций:

максимально возможное сокращение всевозможных потерь топливно-энергетических ресурсов; более экономичное их использование;

применение менее энергоемких и топливоемких вариантов планируемых машин, механизмов и технологических процессов.

Многих трудностей в будущем можно избежать, если уже сегодня разумнее и бережнее использовать природные запасы топлива и сырья, планировать их распределение, улучшать технологию и оборудование для добычи горючих ископаемых и руд, одновременно изыскивая новые энергетические и сырьевые источники.

Проблемы экономного расходования топливных и сырьевых ресурсов рассматриваются сейчас не только в отдельных странах, но и межгосударственными организациями, в частности, Международным энергетическим агентством, Экономической комиссией ООН для Европы, ЮНЕСКО в рамках программы научной деятельности и другими.

В СССР вопросы экономии топлива и материалов изучаются последовательно, системно, в широком аспекте. Рациональное и эффективное их использование стало одной из важнейших задач экономической политики партии.

Итоги и перспективы развития энергетики в СССР

Нефтяная и газовая промышленность

Плановая система ведения хозяйства — детище социализма. Ее основы были заложены на заре Советской власти В. И. Лениным, который видел в планировании центральное звено управления экономическим развитием.

Наши планы представляют собой главный инструмент претворения в жизнь экономической политики КПСС. Советские люди успешно осуществляют пятилетние планы развития народного хозяйства, и красной нитью через каждый из них проходит опережающее развитие энергетики¹⁴.

Обеспечение стабильного развития топливно-энергетического комплекса страны и существенное совершенствование пропорций между энергетикой и всем народным хозяйством является одной из важнейших народнохозяйственных проблем. Исследование направлений оптимального развития топливно-энергетического комплекса однозначно определяет роль Сибири как главной топливно-энергетической базы страны, обеспечивающей в настоящее время практически весь прирост производства основных энергетических ресурсов.

В десятой пятилетке топливно-энергетический комплекс вступил в новый этап развития. С одной стороны, это определялось особенностями экономического рос-

та, сложностью и масштабами социально-экономических задач, которые были решены в соответствии с разработанной XXV съездом КПСС экономической стратегией партии, а с другой стороны, существенными изменениями условий энергоснабжения народного хозяйства в перспективе. Важнейшей задачей топливно-энергетического комплекса в связи с этим явилось сохранение стабильных темпов его развития, которые обеспечили прирост производства, переработки и транспорта энергоресурсов в необходимых объемах.

Одним из основных условий, обеспечивающих стабильные темпы развития топливно-энергетического комплекса страны в перспективе, является наличие сырьевой базы. Запасы нефти и природного газа промышленных категорий позволяют улучшить структуру добычи топлива.

В десятой пятилетке особое место в обеспечении приростов добычи нефти и природного газа занимала Западная Сибирь. Затухание добычи нефти на Северном Кавказе, Поволжье, Украине и Азербайджане, стабилизация добычи за счет интенсификации в Татарии, Башкирии и Куйбышевской области потребовали ускоренного развития добычи нефти в Западной Сибири, Коми и Удмуртской АССР, в Перми и на полуострове Мангышлак. Аналогичная ситуация складывалась и с добычей газа.

Анализ запасов природного газа промышленных категорий, сосредоточенных в различных газодобывающих районах, показывает, что основным источником прироста добычи газа по стране в ближайшей перспективе являются

¹⁴ Энергетика СССР в 1976—1980 гг. Под ред. А. М. Некрасова и М. Г. Первухина.— М.: Энергия, 1977, с. 287.

газовые и газоконденсатные месторождения Западной Сибири. Основная часть газовых ресурсов Западной Сибири расположена в северных районах Тюменской области. При этом необходимо отметить, что эти запасы сосредоточены в таких месторождениях, как Уренгойское, Ямбургское, Заполярное и Медвежье.

В настоящее время около 84% общесоюзных запасов природного газа сосредоточено в азиатской части страны, причем свыше 70% из них — на севере Тюменской области. Началом промышленной разработки месторождений в Тюменской области можно считать 1965 г., но добыча газа в том году была здесь незначительной — 3,2 млн. м³. В 1970 г. она уже составила 9,3 млрд. м³ (4,7% общесоюзной добычи), а в 1975 г. возросла до 35,7 млрд. м³, что составило уже 12,3% общесоюзной добычи.

В 1980 г. добыча газа в Западной Сибири была доведена до 156 млрд. м³, что составляет уже больше 35% общесоюзной добычи.

В 1970 г. в Западной Сибири было добыто только 31,4 млн. т нефти (8,9% общесоюзной добычи), но уже в 1975 г. добыча достигла 148 млн. т, что составило 30% общесоюзной добычи, а в 1980 г. было добыто 313 млн. т сибирской нефти, что составило уже больше половины общесоюзной добычи.

При этом необходимо отметить, что тюменский комплекс в десятой пятилетке не только обеспечил весь прирост добычи нефти по стране, но и компенсировал падение добычи в ряде нефтедобывающих районов.

Сохранение стабильных темпов

развития топливно-энергетического комплекса страны обуславливает необходимость развития опережающими темпами топливно-энергетического комплекса Сибири. На формирование уровней и масштабов развития топливно-энергетического комплекса Сибири решающее влияние оказывают следующие факторы. Это прежде всего: необходимость восполнения дефицита в качественном топливе районов европейской части страны и Урала; существенное повышение экспортной ценности нефти и нефтепродуктов, а также природного газа в связи с повышением цен на мировом топливном рынке; относительная ограниченность промышленных запасов нефти и практическая неограниченность (на период до 2000 г.) промышленных запасов природного газа; повышение роли экологических аспектов в развитии топливно-энергетического комплекса в связи с увеличением масштабов производства, переработки и использования топливно-энергетических ресурсов, а также дальнейшим перемещением в северные районы, для которых часто чрезвычайно трудно прогнозировать влияние различных техногенных факторов на слабосбалансированные связи природных комплексов. Устранение или смягчение неблагоприятного воздействия энергетики на природную среду потребует по ряду предварительных расчетов увеличения капиталовложений на развитие топливно-энергетического комплекса.

Основными направлениями развития топливно-энергетического комплекса Сибири в перспективе предусматривается дальнейший рост добычи, маневренности

снабжения и использования природного газа. Природный газ Сибири может служить эффективным заменителем нефти по многим направлениям (экспортные поставки, использование мазута на топливо электростанций и в котельных Урала и Поволжья и т. д.); форсированное развитие гидроэнергостроительства; стабилизация прироста добычи нефти в двенадцатой пятилетке с обеспечением значительного углубления нефтепереработки (до 60% и более); существенное увеличение роли угольного топлива за счет создания КАТЭКа (Канско-Ачинского топливно-энергетического комплекса). При этом существенно повысится и добыча угля в Кузбассе. Однако ведущая роль в развитии угольной промышленности Сибири будет принадлежать Канско-Ачинскому бассейну.

На Западно-Сибирскую нефтегазоносную провинцию и КАТЭК будет опираться развитие производительных сил Сибири и в том числе создание здесь базы энергоемких производств.

Освоение Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции и создание КАТЭКа являются сложными комплексными проблемами общесоюзного значения.

Ускорение развития топливно-энергетического комплекса Сибири вызывается необходимостью решения следующих основных задач: полного обеспечения потребностей во всех районах Сибири в топливе и энергии при существенном повышении качественной структуры топливоснабжения; обеспечения запасов для интенсификации процесса размещения в Сибири энергоемких производств различных отраслей

народного хозяйства; выделения максимального количества энергетических ресурсов Сибири для уменьшения напряженности топливно-энергетического баланса районов европейской части страны и Урала; обеспечения экспортных поставок топливно-энергетических ресурсов и продуктов их переработки.

Важнейшей проблемой развития топливно-энергетического комплекса является такая перестройка состава конечно используемых в народном хозяйстве энергоносителей, которая обеспечила бы перестройку отраслевой, продуктовой и технологической структуры производства, важную для перехода на более материало- и трудосберегающие направления развития экономики страны. При этом необходимо достижение новых количественных и качественных показателей энерговооруженности труда, обеспечивающих не только выход на более высокий уровень производительности труда и эффективности народного хозяйства, но и позволяющих решить ряд важных социальных проблем.

В целом топливно-энергетический комплекс характеризуется высокой капиталоемкостью, материалоемкостью и трудоемкостью. В отраслях топливно-энергетического комплекса расходуется 65% труб, производимых в нашей стране, и до 20% прочей продукции черной металлургии, более 15% алюминия, меди, цемента, продукции машиностроения.

Существенную роль в перспективном развитии топливно-энергетического комплекса играет интенсификация и ускорение научно-технического прогресса в его отраслях.

Необходимо отметить, что оценка конечных результатов и экономической эффективности развития топливно-энергетического комплекса представляет собой сложную межотраслевую проблему. Она решается с учетом изменений как внешних народнохозяйственных связей энергетики (включая и изменения на мировом топливном рынке), так и изменения ее внутренней структуры.

Важным аспектом повышения эффективности топливно-энергетического комплекса является улучшение структуры экспорта (особенно в капиталистические страны) в направлении увеличения в нем доли продуктов глубокой переработки сырья (в первую очередь нефти) при одновременном постепенном снижении относительных и абсолютных масштабов экспорта сырьевых материалов без их предварительной переработки.

В «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года» намечены пути дальнейшего совершенствования структуры топливно-энергетического баланса, рационального сочетания различных видов топлива, применения наряду с нефтью и газом в широких масштабах угля, сланцев, гидравлической и атомной энергии. Поставлена задача улучшения использования топлива и более полного вовлечения в народнохозяйственный оборот вторичных топливно-энергетических ресурсов.

Гидроэнергетические ресурсы

Герберт Уэллс, ознакомившись с планом ГОЭЛРО, сказал, что это фантастика.

И действительно, казалось бы, далекая от реальности идея, заложенная в этом плане, построить в разрушенной мировой и гражданской войнами стране 30 электростанций общей мощностью 2 млн. кВт казалась фантастической.

В наши дни в Советском Союзе работает несколько тысяч электростанций, общая их мощность составляет более 200 млн. кВт. Они вырабатывают ежегодно свыше триллиона кВт·ч электроэнергии. Среди них символ первых пятилеток ДнепрогЭС, каскад волжских ГЭС — им. В. И. Ленина и имени XXII съезда КПСС, Братская ГЭС имени 50-летия Великого Октября, Красноярская и Саяно-Шушенская ГЭС, гидравлические и тепловые электростанции. На долю гидроэнергетики в СССР приходится примерно $\frac{1}{5}$ общей мощности электростанций. В последнее время особенно большое внимание уделяется рекам Сибири: уже покорены такие крупнейшие реки, как Обь, Ангара, Енисей. Восемь гидроэлектростанций страны имеют мощность более 1 млн. кВт. Среди пяти крупнейших гидроэлектростанций мира четыре советских¹⁵.

Одной из особенностей советской энергетики является объединение электростанций линиями электропередачи для совместной работы. Это повышает эффективность работы электростанций и надежность снабжения электричеством потребителей.

В настоящее время протяженность высоковольтных линий электропередачи напряжением 110 кВ и более превысила 300 тыс. км, а выработка электроэнергии по

¹⁵ Земля и люди, 1980, с. 115—116.

сравнению с 60-ми гг. возросла в 2 раза. К Единой энергетической системе страны присоединилась Объединенная энергосистема Сибири. Введены в эксплуатацию уникальные гидроагрегаты на Саяно-Шушенской, Усть-Илимской, Нурекской, Ингурской, Днепровской, Нижнекамской и других гидроэлектростанциях.

В одиннадцатой пятилетке в СССР планируется довести выработку электроэнергии до 1550—1600 млрд. кВт·ч, в том числе на гидроэлектростанциях до 230—235 млрд. кВт·ч. Причем прирост производства электроэнергии в европейской части предусматривается обеспечить в основном на атомных и гидроэлектростанциях. Предусматривается строительство крупных гидроэлектростанций на реках Сибири, Дальнего Востока и Средней Азии.

В частности, в одиннадцатой пятилетке будут введены в действие мощности на Чебоксарской, Нижнекамской, Шамхорской, Таш-Кумырской, Байпазинской ГЭС, завершено сооружение Саяно-Шушенской ГЭС, Жинвальского гидроузла, Курьсайской и Колымской ГЭС, продолжено строительство Бурейской, Худонской ГЭС и начато строительство Намаханской, Рогунской, Даугавпилсской, Богучанской ГЭС.

Будут продолжены научно-исследовательские и изыскательские работы по комплексному использованию различных ресурсов и, в частности, гидроэнергетических ресурсов в Иссык-Кульской области, а также по созданию приливных электростанций. Большой мощи достигла советская гидроэнергетика, то, что вчера еще казалось фантастикой, сегодня реальность.

Атомная энергетика

Атомная энергетика Советского Союза в 1979 г. отметила свой 25-летний юбилей. В 1954 г. в г. Обнинске была пущена первая в мире атомная электростанция, мощностью 5 МВт. Этим событием была открыта новая эра в развитии мировой энергетике.

Накопленный в нашей стране опыт сооружения и эксплуатации АЭС, создание и промышленное освоение новых типов оборудования для них позволят вводить в эксплуатацию более мощные объекты, работающие на энергии атома. Главным образом эти мощности будут размещены в европейской части страны, где ограничены местные топливно-энергетические запасы и велики транспортные затраты на привоз топлива.

Так, в европейской части СССР расположено всего 8% энергоресурсов, сосредоточено $\frac{3}{4}$ промышленного производства и проживает 75% населения. Дефицит топлива в европейских районах непрерывно возрастает. Экономисты подсчитали, что атомные электростанции мощностью 1 млн. кВт, построенные в европейской части страны, сокращают за год поток топлива с востока на 2 млн. т у. т.

В настоящее время в нашей стране действуют Ленинградская АЭС мощностью 2 млн. кВт, Нововоронежская — 1455 тыс. кВт, Кольская — 880 тыс. кВт. Большой вклад в развитие атомной энергетики вносит флагман нашего атомного энергомашиностроения, — «Атоммаш» в г. Волгодонске¹⁶. В десятой пятилетке всту-

¹⁶ Земля и люди, 1977, с. 112.

пили в строй новые энергоблоки на Чернобыльской, Курской, Белоярской, Армянской и Билибинской атомных электростанциях.

В одиннадцатой пятилетке будут введены в действие мощности на Смоленской, Калининской, Балаковской, Ровенской и других АЭС¹⁷. В настоящее время развитие атомной энергетики как в нашей стране, так и за рубежом идет в направлении создания и эксплуатации мощных реакторов на тепловых нейтронах.

Существенное увеличение доли атомной энергетики в суммарной выработке электроэнергии связывается в основном с промышленным внедрением реакторов-размножителей. Эффективность и экономичность реакторов-размножителей во многом обуславливается обеспечением сокращения времени удвоения, т. е. времени, за которое в реакторе удвоится наработка плутония по сравнению с первоначальной загрузкой реактора. В нашей стране ведутся разработки реакторов-размножителей и их топливных циклов с временем удвоения 8—10 лет.

Обеспечение такой продолжительности времени удвоения обуславливает возможность ускорения и интенсификации развития атомной энергетики без существенного привлечения в дальнейшем дополнительного ядерного топлива.

Говоря о перспективах развития атомной энергетики, ни в коем случае нельзя ограничиться одним, хотя и очень важным и существенным, направлением ее использования — производством электроэнергии. Уже в настоящее время обоснована экономическая

эффективность использования атомной энергии как первичного топливно-энергетического ресурса для многих технологических процессов: термохимические и плазмохимические процессы (получение метанола, водорода и т. д.); восстановление железа; газификация угля; опреснение морской воды и т. д.

Сооружение и эксплуатация атомных ледоколов показали перспективность использования атомной энергии в морском транспорте.

Эффективность развития атомной энергетики вызвана и расширением международного сотрудничества как со странами — членами СЭВ, так и с развитыми капиталистическими государствами. Естественно, что международное сотрудничество в области атомной энергетики не может развиваться без эффективного контроля со стороны Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ). Ускорение и интенсификация развития в мире атомной энергетики должны сочетаться в полной мере с укреплением режима нераспространения ядерного оружия.

В приветственном послании XXI юбилейной сессии Генеральной конференции МАГАТЭ тов. Л. И. Брежнев писал, что Советский Союз, выступая за развитие мирного использования атомной энергии, полон твердой решимости совместно с другими государствами всемерно укреплять международный режим нераспространения ядерного оружия... Задача поставить надежный заслон на пути создания ядерного оружия и предотвратить опасность ядерной войны стоит сейчас как никогда остро.

¹⁷ Материалы XXVI съезда КПСС. — М., Политиздат, 1981, с. 186—195.

Ускорение и интенсификация развития атомной энергетики в нашей стране ни в коей мере не воспринимаются как альтернативное направление развития гидроэнергетики. Необходимо эффективно вовлекать в народнохозяйственный оборот громадные гидроэнергетические ресурсы нашей страны для максимального повышения уже в ближайшей перспективе коэффициента электрификации народного хозяйства.

Горючие сланцы

Рассмотрение проблем и перспектив развития топливно-энергетического комплекса страны целесообразно дополнить кратким анализом использования такого топливно-энергетического ресурса, как горючие сланцы. Горючие сланцы достаточно широко распространены в недрах нашей страны, но основные их запасы сосредоточены в европейской части. По оценке академика Н. В. Мельникова, в нашей стране сосредоточено 44% прогнозируемых мировых запасов горючих сланцев. Опыт свидетельствует о том, что даже в достаточно хорошо геологически изученных районах европейской части страны вероятно открытие на доступных глубинах новых крупных месторождений горючих сланцев.

За период с 1960 по 1975 г. добыча горючих сланцев увеличилась более чем в 2,3 раза: с 14,1 млн. т в 1960 г. до 32,7 млн. т в 1975 г. Сравнительно невысокая теплота сгорания и малая механическая прочность не позволяют перевозить горючие сланцы на значительные расстояния, и поэтому они должны по-

требляться в районах добычи.

В настоящее время на территории нашей страны открыто более 50 бассейнов и месторождений горючих сланцев. Наиболее крупные и уже разрабатываемые бассейны горючих сланцев находятся в Прибалтике и Поволжье. Громадные потенциальные запасы горючих сланцев и возможность их использования не только в качестве топливно-энергетического ресурса, но и как ценного сырья для химической промышленности вызывают необходимость ускорения и интенсификации исследований как по совершенствованию действующих, так и по разработке принципиально новых технологий добычи и использования горючих сланцев.

Развитие энергетики США

США — крупнейший потребитель топлива в мире. На их долю приходится около половины всего топлива, потребляемого в капиталистическом мире. В начале XX в. таким топливом был уголь, затем его потеснили нефть и газ.

В последние годы в США усиливается внимание к использованию в топливно-энергетическом балансе «старого» угля и «новой» атомной энергии. Проводятся также научно-исследовательские и практические работы по изысканию и использованию дополнительных источников углеводородного сырья.

Необходимо отметить, что если в 1972 г. в США на угле было выработано 52% всей электроэнергии, то в 1973 г. уже 57%.

В табл. 5 приводятся структура

Структура потребления основных источников энергии в США
в 1970—1980 гг. и прогноз на 1985—2000 гг.

Источники энергии	Годы				
	1970	1975	1980	1985	2000
Общее потребление энерго- ресурсов в млрд. т у. т.	2,42	2,57	3,14	3,73	5,88
Потребление энергоресурсов, %:					
нефть	44,0	45,8	47,1	44,1	31,3
газ	32,9	28,9	23,6	19,5	12,0
уголь	18,9	18,5	19,7	20,5	21,3
гидроэнергия	3,9	4,3	4,4	3,7	3,7
ядерная энергия	0,3	2,5	5,2	11,4	28,2
синтетическое топливо	—	—	—	0,8	3,5

потребления основных источников энергии в США с 1970 г. и прогноз потребления основных источников энергии

Как следует из табл. 5, период 1980—1985 гг. может явиться периодом существенной качественной перестройки топливно-энергетического баланса США. Если за этот период доли нефти и угля в топливно-энергетическом балансе США сохраняются практически постоянными, то резко падает доля природного газа — почти в полтора раза (28,9% в 1975 г. и 19,5% в 1985 г.). Существенно повышается доля ядерной энергетики (с 2,5% в 1975 г. до 11,4% в 1985 г.).

По приведенному прогнозу доля нефти и ядерной энергетики в топливно-энергетическом балансе США в 2000 г. должна составить почти 60%. Природный же газ в 2000 г. может составить

менее $\frac{1}{8}$ топливно-энергетического баланса.

Общее потребление энергоресурсов в США по приведенному прогнозу за последнюю четверть XX в. должно вырасти более чем в 2 раза.

Нефтедобывающая промышленность

Нефтедобывающая промышленность в США существует уже свыше 100 лет. За 1859—1973 гг. (до начала энергетического кризиса) в стране было добыто 14,2 млрд. т нефти и 1,6 млрд. т конденсата.

Основное число крупных и средних месторождений в США было открыто в начальный период широкого нефтегеологического изучения страны и бурного развития поисково-разведочных работ на нефть и газ (1901—1940 гг.). Из известных в 70-х гг.

314 месторождений нефти и газа с запасами свыше 13,5 млн. т и 28 млрд. м³ в течение 1859—1900 гг. было открыто 10, за 1901—1940 гг. — 200, за 1941—1952 гг. — 55, за 1953—1967 гг. — 42. Открытие в 1968—1973 гг. всего 7 таких месторождений не изменило этой общей тенденции. Всего за последние годы в США было открыто более 3 тыс. новых месторождений, но лишь небольшая их часть (640 или 20%) обладала запасами, рентабельными для разработки. Определяющую роль в добыче нефти в США играют штаты Техас, Луизиана, Калифорния, Оклахома, Вайоминг, Нью-Мексико и Канзас.

В 20—30-х гг. в связи с резким ростом использования двигателей внутреннего сгорания, а также газификацией промышленности и городов в США на смену традиционному углю пришли нефть и газ.

Вторая мировая война доказала преимущество нефтепродуктов перед всеми остальными видами топлива, и потребление нефти стало возрастать очень высокими темпами. Если в 1938 г. в США потреблялось всего около 167 млн. т нефти, то в 1950 г. потребление нефти достигло 338 млн. т, а в 1973 г. — 712 млн. т.

Энергетический кризис внес некоторые коррективы в предполагаемую структуру потребления основных источников энергии в США¹⁸.

В 1974 г. по специальному решению президента США группой американских специалистов в области энергетики был разработан

проект «Независимость», главной целью которого было определение путей снижения до минимума зависимости страны от импортных источников энергии. Как выяснилось, проект «Независимость» был оптимистичным, так как реализация уже первых намечаемых в нем мероприятий в полном объеме сразу же была отодвинута на более поздние сроки.

Естественно, что намечаемые на ближайшее десятилетие мероприятия по замене нефти и газа другими источниками энергии, а также всемерная экономия топлива могут привести лишь к частичному решению проблемы. Поэтому в ближайшие 10—15 лет нефть и газ останутся важнейшими составляющими топливно-энергетического баланса США, хотя добыча нефти и газа становится все более сложной, проблематичной и дорогостоящей.

Это связано в первую очередь с освоением морских месторождений нефти и газа в труднодоступных районах Арктики и на континентальном шельфе, с возможностями извлечения огромных запасов нефти из битуминозных пород и горючих сланцев, а также с внедрением и совершенствованием вторичных методов добычи обычной и тяжелой нефти.

Несмотря на разработку проекта «Независимость», США в своих прогнозах продолжает в значительной мере ориентироваться на импортную нефть.

Так, например, если обеспеченность потребления нефти и нефтепродуктов удовлетворялась национальным производством в 1970 г. на 75%, то в 1975 г. — менее чем на 60%. Менее чем 60% обеспеченность потребности в нефти и нефтепродуктах за счет

¹⁸ Топливо-энергетические ресурсы капиталистических и развивающихся стран. — М., Наука, 1977, с. 145—146.

национального производства прогнозируется специалистами США и на 2000 г.

Газовая промышленность

Энергетический кризис в США послужил мощным толчком для широкого обсуждения проблем дальнейшего развития энергетики. Проводившееся в последние годы сдерживание цен на продажу природного газа привело к значительному сокращению геологоразведочных работ на газ и, естественно, к сокращению его разведанных запасов. Запасы газа в США (исключая Аляску) сокращаются. Ожидается, что в 1990 г. они могут уменьшиться с 7,6 трлн. м³ до 4,8 трлн. м³.

Приводя данные о запасах природного газа в США, целесообразно отметить невысокую степень их достоверности: в различных официальных источниках нередко публикуются противоречивые оценки, принадлежащие государственным организациям, различным компаниям и отдельным специалистам (табл. 6).

По оценкам специалистов, дефицит газа в США уже достиг 15—20 млрд. м³ и может еще более возрасти, несмотря на стремительные темпы увеличения

импорта (за последние 15 лет он вырос более чем в 6 раз).

Развитие геологоразведочных работ сдерживается усложнением горно-геологических условий залегания, увеличением глубины скважин, удаленностью морских месторождений и рядом других факторов. В результате резко возрастают капиталовложения. По некоторым оценкам, капиталовложения в разведку, добычу и транспортировку первичных источников энергии за 1972—1985 гг. достигнут 400—500 млрд. долл.

Публикуемые в США материалы свидетельствуют о том, что монополии искусственно сокращают поставки газа, стремясь оказать давление на Федеральную энергетическую комиссию (ФЭК) и добиться значительного повышения цен.

Решение проблем нефте- и газоснабжения США в последние годы все больше связывается с освоением районов Арктического Севера. Различные группы фирм проектируют сооружение более 30 тыс. км трубопроводов для транспортировки нефти и природного газа с Аляски и районов Арктического Севера Канады.

По оценкам специалистов, Аляска является не столько нефтеносным, сколько газоносным районом. Добыча газа в этом районе —

Таблица 6

Природный газ в топливно-энергетическом балансе США

Показатели	Годы				
	1940	1950	1960	1970	1978
Добыча, млрд. м ³	75,5	177,8	361,7	624,0	556,4
Удельный вес в топливно-энергетическом балансе, %	14,5	33,0	29,9	32,9	33,1

одна из трех основных альтернатив покрытия дефицита природного газа в США наряду с импортом сжиженного газа и производством искусственного путем газификации угля.

Несмотря на то что открытые к настоящему времени запасы газа в Канадской Арктике составляют только 850 млрд. м³ (по одной из оценок), специализированные фирмы уже приступили к проектированию магистральных газопроводов для перекачки природного газа из покрытых льдом островов Арктического архипелага, а также района, прилегающего к Гудзонову проливу. Более вероятно направление трассы магистрального газопровода из района северного склона на Аляске, где доказанные запасы природного газа составляют 740 млрд. м³.

Из множества проектов освоения арктического природного газа на финишную прямую вышли три.

Во-первых, консорциум с участием 28 компаний США и Канады предложил проект арктической газовой системы, которая в окончательном виде должна включать около 10 тыс. км газопроводов стоимостью 9,3 млрд. долл. По мнению ряда специалистов, эта сумма может возрасти до 12 млрд. долл. после завершения всех частей проекта.

Во-вторых, компанией «Эль-Пасо нэчрал гэс» был предложен проект «Эль-Пасо Аляска», который предлагает строительство газопровода длиной 1290 км из труб диаметром 1200 мм параллельно Трансаляскинскому нефтепроводу по уже выделенному «трубопроводному коридору», пересекающему Аляску. По этому проекту предполагается сжижать природный газ в районе незамер-

зающего порта на юге Аляски и транспортировать его танкерами-метановозами к западному побережью США для регазификации и последующей перекачки по магистральным газопроводам.

В-третьих, предложенный проект «Полар гэс» в последнее время был сокращен в объеме, что делает его осуществление более реальным. По прежним планам должен быть сооружен магистральный газопровод длиной 5600 км из труб диаметром 1200 мм для транспортировки газа от арктических островов на юг к районам потребления. Сокращение проекта «Полар гэс» было вызвано отсутствием к настоящему времени открытий новых месторождений природного газа в Арктике, нехваткой капитала, а также озабоченностью возможными последствиями сооружения очень крупных объектов для канадской экономики.

При всех различиях трех рассмотренных проектов мнения многих специалистов строительных компаний сходятся на том, что сооружение системы арктических газопроводов будет сложным и долгим процессом.

Первая очередь газопровода представляет магистраль длиной 4200 км (из них 300 км проходят по Аляске). Газопровод двухниточный, диаметр каждой из ниток 1200 мм. Первая нитка проходит по Аляске до озера Трейваллант, где встречается со второй (протяженностью 790 км), идущей от месторождений природного газа в дельте реки Маккензи. Затем до штата Каролина планируется сооружение однониточного газопровода из труб диаметром 1200 мм, протяженностью 2100 км. В штате Каролина газопровод сно-

ва будет двухниточным, но уже из труб диаметром 1067 мм. Первая из этих ниток (протяженностью 450 км) будет проходить на юго-запад до г. Кингсгейт, а вторая (635 км) — на восток до г. Мончи.

На Трансаляскинском газопроводе предполагается соорудить 34 компрессорные станции общей мощностью свыше 1,6 млн. л. с. В зоне вечной мерзлоты перекачиваемый природный газ должен охлаждаться до температуры -4°C . Использование труб с максимально допустимым рабочим давлением в 118 атм. позволяет обеспечивать производительность газопровода 127 млн. м^3 в сутки.

По предварительным данным, сооружение системы магистральных газопроводов для транспортировки арктического газа должно обойтись в 5 млрд. долл.

Атомная энергетика, гидроэнергетика и сланцевая промышленность

Уже к настоящему времени атомная энергетика США обеспечивает заметную долю выработки электроэнергии — более 10%. Более чем 20-летний опыт эксплуатации атомных электростанций в США не оставил сомнений в их экономических и экологических преимуществах перед тепловыми электростанциями.

Однако среди американских специалистов по анализу проблем и перспектив развития атомной энергетике в настоящее время нет единодушия в вопросе выбора эффективных направлений развития этой подотрасли топлив-

но-энергетического комплекса. Обсуждаются два направления дальнейшего развития атомной энергетики США: промышленное освоение реакторов-размножителей на быстрых нейтронах; увеличение доли атомной энергетики в выработке электроэнергии за счет сооружения реакторов на тепловых нейтронах. Сторонники второго направления обосновывают это, исходя из предположений: стабильность (по крайней мере до 2000 г.) цен на уран на мировом топливно-энергетическом рынке; сохранение при прогнозируемых уровнях развития атомной энергии практически неограниченного рынка дешевого уранового сырья; значительно больших капитальных вложениях на строительство реакторов-размножителей по сравнению с легководными реакторами.

Необходимо отметить и такое существенное обстоятельство, что в настоящее время США являются одним из крупнейших экспортеров в мире легководных реакторов.

В конце 70-х гг. в капиталистическом мире (согласно оценкам ряда зарубежных специалистов) производилось около 45 тыс. т урановых концентратов, из них в США — 17,4 тыс. т, или 38,7%. В то же время США является и одним из заметных импортеров уранового сырья — 9% (4 место в мире после Японии — 57%, Великобритании — 14% и ФРГ — 11%).

Капитальные вложения в строительство атомных электростанций США в 1970 г. составляли 2,3 млрд. долл., а в 1979 г. — 12,3 млрд. долл., т. е. за рассматриваемый период времени воз-

росли более чем в 5,3 раза.

При этом, если в 1970 г. капитальные вложения в строительство атомных электростанций составили $\frac{1}{3}$ капитальных вложений, выделяемых в США на строительство электростанций всех типов, то к концу 70-х гг. на строительство атомных электростанций выделялась уже почти половина всех капитальных вложений на сооружение электростанций.

Развитие атомной энергетики США ускоренными темпами послужило одним из основных факторов снижения доли гидроэнергетики в производстве электроэнергии. Если в 1965 г. на строительство гидроэлектростанций в США было выделено 0,6 млрд. долл., что составило 30% капитальных вложений, выделяемых на сооружение электростанций всех типов, то хотя в 1975 г. капитальные вложения, выделяемые на строительство гидроэлектростанций, остались на том же уровне — 0,6 млрд. долл., однако они составили уже только 4,7% капитальных вложений, выделяемых в США на строительство электростанций.

В 1960 г. производство электроэнергии гидроэлектростанциями США составило почти 150 млрд. кВт·ч. Затем за 15-летие 1961—1975 гг. гидроэнергетика США развивалась стабильно и равномерно: среднегодовой прирост производства электроэнергии совсем незначительно колебался около уровня 10 млрд. кВт·ч. В 1965 г. гидроэлектростанциями США было выработано 197 млрд. кВт·ч электроэнергии, в 1970 г. — 250 млрд. кВт·ч и в 1975 г. — 303 млрд. кВт·ч.

В 1975 г. выработка электроэнергии гидроэлектростанциями

США достигла максимальной величины. Последнее пятилетие в развитии гидроэнергетики США характеризовалось заметным уменьшением выработки электроэнергии. Наименьшей величины выработка электроэнергии за этот период составила в 1977 г. — менее 224 млрд. кВт·ч. Такое снижение выработки электроэнергии как бы отбросило гидроэнергетику США на 10-летие назад: выработка электроэнергии гидроэлектростанциями США в 1977 г. практически равнялась уровню, достигнутому в 1967 г. В последние годы выработка электроэнергии гидроэлектростанциями США колебалась около уровня 280 млрд. кВт·ч.

1979 г. может рассматриваться как своеобразный «год равновесия» в соревновании гидроэнергетики и атомной энергетики США. В этот год производство электроэнергии атомными электростанциями впервые устойчиво сравнялась с выработкой электроэнергии гидроэлектростанциями. Хотя, справедливости ради, надо отметить, что впервые выработка электроэнергии атомными электростанциями (251 млрд. кВт·ч) превысила выработку электроэнергии гидроэлектростанциями (224 млрд. кВт·ч) в кризисный для гидроэнергетики 1977 г. И превышение это было весьма ощутимым — более 12%.

Хотя за 20-летие 1961—1980 гг. выработка электроэнергии на гидроэлектростанциях США и увеличивалась, однако доля гидроэнергетики в общем производстве электроэнергии в США уменьшилась. К 1970 г. доля гидроэнергетики в производстве электроэнергии уменьшилась до 15,3% с 17,7% в 1961 г. За пяти-

летие 1971—1975 гг. доля гидроэнергетики практически стабилизировалась: 15,1% в 1975 г. Однако за последнее пятилетие доля гидроэнергетики в выработке электроэнергии снизилась до уровня меньше 12%.

Сланцевая промышленность в США до последнего времени была слабо развита. Обусловлено это было в основном двумя обстоятельствами: мощным развитием нефтегазового сектора, развитием ускоренными темпами атомной энергетики.

Однако энергетический кризис, затронувший в первую очередь топливно-энергетический комплекс США, заставил интенсивно разведывать, добывать и использовать такие топливно-энергетические ресурсы, использование которых всего лишь несколько лет назад представлялось не только малоэффективным, но даже и нерентабельным. И в этом отношении горючие сланцы большинством американских специалистов, занимающихся анализом проблем и перспектив развития топливно-энергетического комплекса США, рассматриваются в настоящее время как мощный резервный источник энергетического сырья.

Мировая энергетика в 2000 г.

Анализ энергетического потенциала мира, как уже отмечалось ранее, показывает полную несостоятельность «теорий» о грозящем человечеству энергетическом (и, в частности, нефтяном) голоде. Экономически пригодные для освоения мировые ресурсы минерального топлива

в настоящее время оцениваются примерно в 4 трлн. т у. т.

В 1978 г. потребность во всех видах энергии в мире немногим превышала 8 млрд. т у. т., а к 2000 г. она прогнозируется на уровне 25—30 млрд. т у. т. Таким образом, на последующее столетие человечество обеспечено традиционными энергетическими ресурсами. При оптимальном использовании угля, нефти, природного газа, гидроэнергии, ядерной энергии, а также новых перспективных источников энергии человечество не будет испытывать энергетического голода. Энергетические ресурсы нашей планеты достаточно велики, чтобы в перспективе преодолеть дефицит природного сырья.

Необходимо отметить, что существуют реальные трудности развития мирового топливно-энергетического комплекса. Но чем они обусловлены? Эти трудности связаны в первую очередь с борьбой интересов сверхгигантских нефтяных монополий, а также сложностями определения оптимальной структуры энергетического баланса.

И еще нельзя не сказать об одном факторе, далеко выходящем за рамки проблем мировой энергетики, но в значительной степени вызывающем трудности ее развития. Сокращение объемов вооружения, за которое последовательно и неустанно борется Советский Союз, самым благотворным образом сказалось бы на решении коренных энергетических проблем. Во-первых, значительно сократилось бы потребление различных продуктов нефтепереработки. Во-вторых, часть средств, которые в настоящее время тратятся на во-

оружие, могла бы быть использована для решения энергетических проблем: более интенсивного ведения исследований по применению новых источников энергии, а также расширения и совершенствования геолого-поисковых работ. В результате человечество могло бы получить новые энергетические кладовые, которые спрятаны природой и глубже, и более изобретательно.

Каким же прогнозируется развитие мирового топливно-энергетического комплекса в ближайшей и отдаленной перспективе? Естественно, что чем отдаленнее период времени, для которого составляется энергетический прогноз, тем больше степень неопределенности рекомендаций этого прогноза. И дело здесь не столько в увеличении количества случайных факторов, оказывающих воздействие на развитие топливно-энергетического комплекса, сколько в сложности оценки степени взаимовлияния этих факторов. Дело вовсе не в недостатке прозорливости. Иногда можно предвидеть будущее и загодя принять нужные меры, но бывает

и так, что события, как будто не связанные между собой, словно они происходят в разных мирах, оказывают друг на друга ошеломляющее воздействие.

Прогнозы развития мирового топливно-энергетического комплекса в конце третьего тысячелетия описывают писатели-фантасты. Прогнозы развития мирового топливно-энергетического комплекса в начале третьего тысячелетия разрабатываются коллективами экспертов.

Эстафета «лидеров» топливно-энергетического баланса в конце II — в III тысячелетии представляется следующим образом: органическое топливо — термоядерная реакция — аннигиляция (образование энергии при столкновении вещества и антивещества) — кварки (гипотетические фундаментальные частицы, экспериментально еще не обнаруженные) — микроколлапсары (образования, получающиеся в результате катастрофически быстрого сжатия массивных тел под действием гравитационных сил).

Большинство специалистов выражают уверенность в том, что

Таблица 7

Прогноз мировых потребностей в первичной энергии в 2000 г.

Первичный источник	I вариант		II вариант	
	Потребность, млрд. т у. т.	Удельный вес, %	Потребность, млрд. т у. т.	Удельный вес, %
Нефть	9,1	37	6,7	26
Природный газ	3,2	13	6,7	26
Уголь	5,6	23	4,8	19
Гидроэнергия	0,5	2	0,6	3
Ядерная энергия	6,1	25	6,7	26
Всего	24,5	100	25,5	100

управление синтезом дейтерия осуществится еще в конце нашего столетия. Термоядерный реактор явится самой эффективной топкой начала третьего тысячелетия: «сгорание» одного атома дейтерия высвобождает примерно 100000 кВт · ч энергии¹⁹.

В Мировом океане содержатся миллиарды тонн дейтерия, так что третьему тысячелетию энергетический голод не угрожает.

Кроме того, хотелось бы отметить, что энергетические кладовые окружают нас. Правда, о существовании некоторых из них мы даже и не подозревали. И сложнейшая проблема, стоящая перед человечеством, — не только узнать о них, но и быстро и дешево поставить их себе на службу.

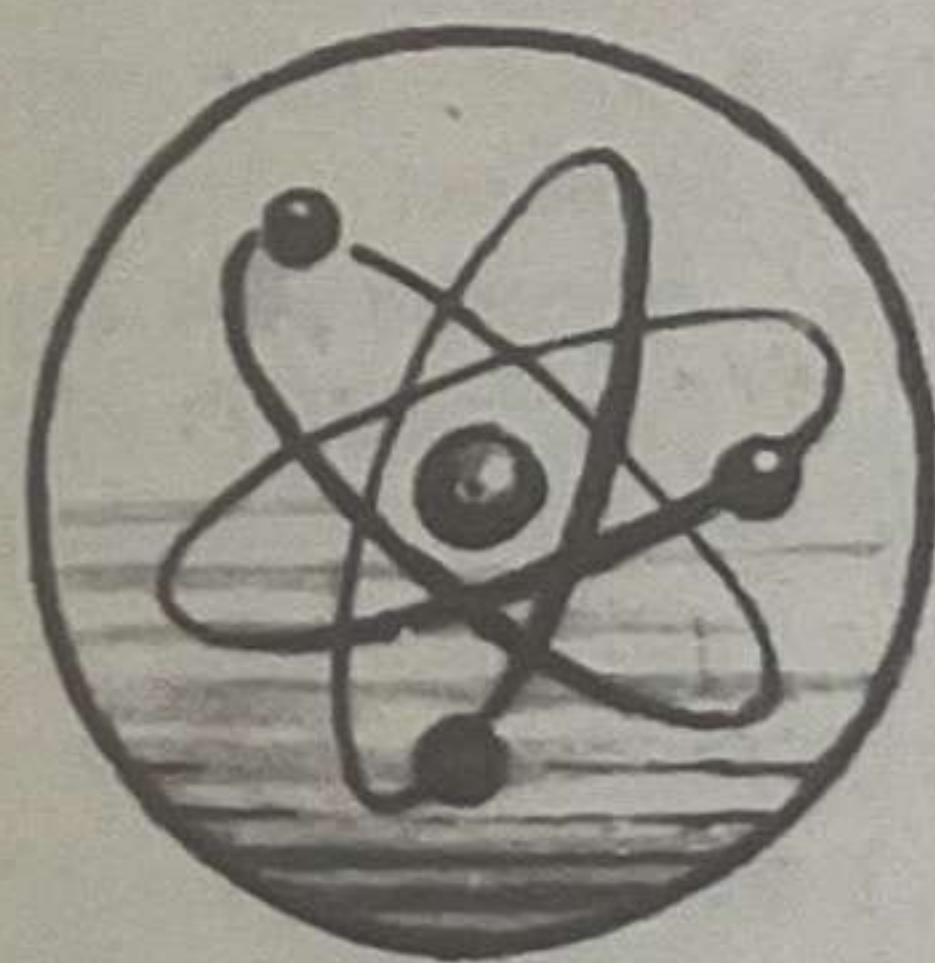
К настоящему времени известно много прогнозов развития топливно-энергетического комплекса мира в ближайшей и отдаленной перспективе. В табл. 7 приводятся лишь два варианта прогноза. Оба этих варианта практически совпадают в отношении доли ядерной энергетики: прогнози-

¹⁹ См. интервью редакции журнала «Природа» (1982, № 1, с. 42—56) с участниками X Европейской конференции по физике плазмы и управляемому синтезу. (Москва, 14—19 сентября, 1981 г.).

руется, что ядерная энергетика будет обеспечивать в 2000 г. четверть (или немногим более) мировых потребностей в первичной энергии. Наиболее расходятся эти прогнозы в отношении развития нефтегазового комплекса мира: по первому прогнозу в 2000 г. доля нефти будет почти в 3 раза превышать долю газа, а по второму — доли нефти и газа в мировом топливно-энергетическом балансе будут совпадать.

И еще один важный вопрос.

Энергетика, как и промышленность в целом, стоит перед проблемами экономического роста, с одной стороны, и сохранением окружающей среды, с другой стороны. Естественно, что для каждой промышленно развитой страны нейтрализация техногенного воздействия энергетики на окружающую среду становится все более актуальной и сложной проблемой. И от правильного решения этой проблемы зависит будущее всего человечества. Пути такого решения неоднократно предлагал Советский Союз и страны социалистического содружества. В этих предложениях учитываются интересы и судьбы людей всех стран мира.



ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ, ЧТО...

В Европейской части СССР, где расположен основной промышленный потенциал страны, сосредоточено всего 10% запасов угля. Поэтому свыше 100 млн. т перевозится из восточных районов в европейскую часть страны. Если сложить вместе все мировые запасы каменного угля, то образуется куб высотой в 21 км — в два с лишним раза выше Эвереста. А куб высотой 1,8 км представляет собой все сегодняшнее мировое энергопотребление в пересчете на угольный эквивалент. Куб высотой 13,5 км — соответствует количеству каменного угля, которое будет необходимо для удовлетворения всех предполагаемых мировых потребностей в энергии до 2050 г.

У нас в гостях журнал «Курьер ЮНЕСКО»

Августовский выпуск журнала посвящен мировым энергетическим проблемам и необходимости осуществить плановый переход к новому сочетанию источников энергии, который бы уменьшил зависимость от истощающихся запасов ископаемого топлива.



В настоящее время 4,5 млрд. человек на Земле потребляет 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.



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.



Каждый квадратный метр поверхности Земли постоянно излучает около 0,06 Вт — слишком малую величину, 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.

Тепло Земли используется человеком издавна — еще римляне пользовались термальными водами для бань. В настоящее время действует около 20 геотермальных электростанций мощностью от нескольких мегаватт 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, Венгрию.

Существуют широкие перспективы использования геотермальной энергии, особенно в неисследованной области отвода тепла из раскаленных горных пород, и эксплуатации поистине 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.

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.

В волнах океана скрыто 3 ТВт энергии. 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.

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 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 мегаватт. В настоящее время испытывается несколько таких установок; самая крупная из них находится в штате Северная Каролина, США. Из 2700 ТВт энергии ветра лишь $\frac{1}{4}$ часть находится на высоте до 100 м 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 $\frac{1}{10}$ часть этой энергии превышает весь гидроэнергетический потенциал.

В океанских течениях заключено 5—8 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—40 000 ТВт, из которых практически может быть освоено 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.



Мы все воспринимаем Солнце как должное. Постоянно и неукошительно 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 и гелия. 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/с) 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.



Первый перелет через Ла-Манш с использованием энергии Солнца был совершен 7 июля 1981 г. на аппарате «Солар челленджер», 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 электроток для мотора, вращающего пропеллер. Существует смелый проект 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.



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 нынешнего 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 нынешнего общего потребления энергии во всем мире, и половину 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 жилья. 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. 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 3,2 млрд. л 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.

США тоже серьезно занимаются проблемой производства этанола и планируют достичь в 1982 г. производства приблизительно 3477 млн. л 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.

Литература к теме

Материалы XXV съезда КПСС. М., Политиздат, 1976.

Материалы XXVI съезда КПСС. М., Политиздат, 1981.

Байнхауэр Х., Шмакке Э. Мир в 2000 году. М., Прогресс, 1973.

Авторы комментируют различные прогнозы развития мировой энергетики в 2000 г.

Бреннер М. Эффективность использования топливно-энергетических ресурсов.— Вопросы экономики, 1977, № 6, с. 37—48. В работе рассматриваются некоторые направления повышения экономической эффективности вовлечения в народнохозяйственный оборот топливно-энергетических ресурсов.

Латопов В. К вопросу об оценке запасов газа в США.— Зарубежная техника, 1974, № 3. В работе рассматриваются и комментируются наметки в оценках промышленных запасов природного газа в США.

Максимов Ю. И. Энергетическое будущее человечества.— Экономика и организация промышленного производства, 1975, № 6. Автор анализирует некоторые причины и последствия энергетического кризиса, охватившего в 1973 г. промышленно развитые капиталистические страны.

Максимов Ю. И. Газ Аляски.— Экономика и организация промышленного производства, 1977, № 2. Рассматриваются некоторые проблемы и перспективы развития газовой промышленности на Аляске — в новом газодобывающем районе США.

Непорожний П. С. Об энергетике мира.— В сб.: Энергетика мира. М., Энергия, 1976. Автор рассказывает о проблемах и перспективах развития энергетики мира в настоящем и будущем.

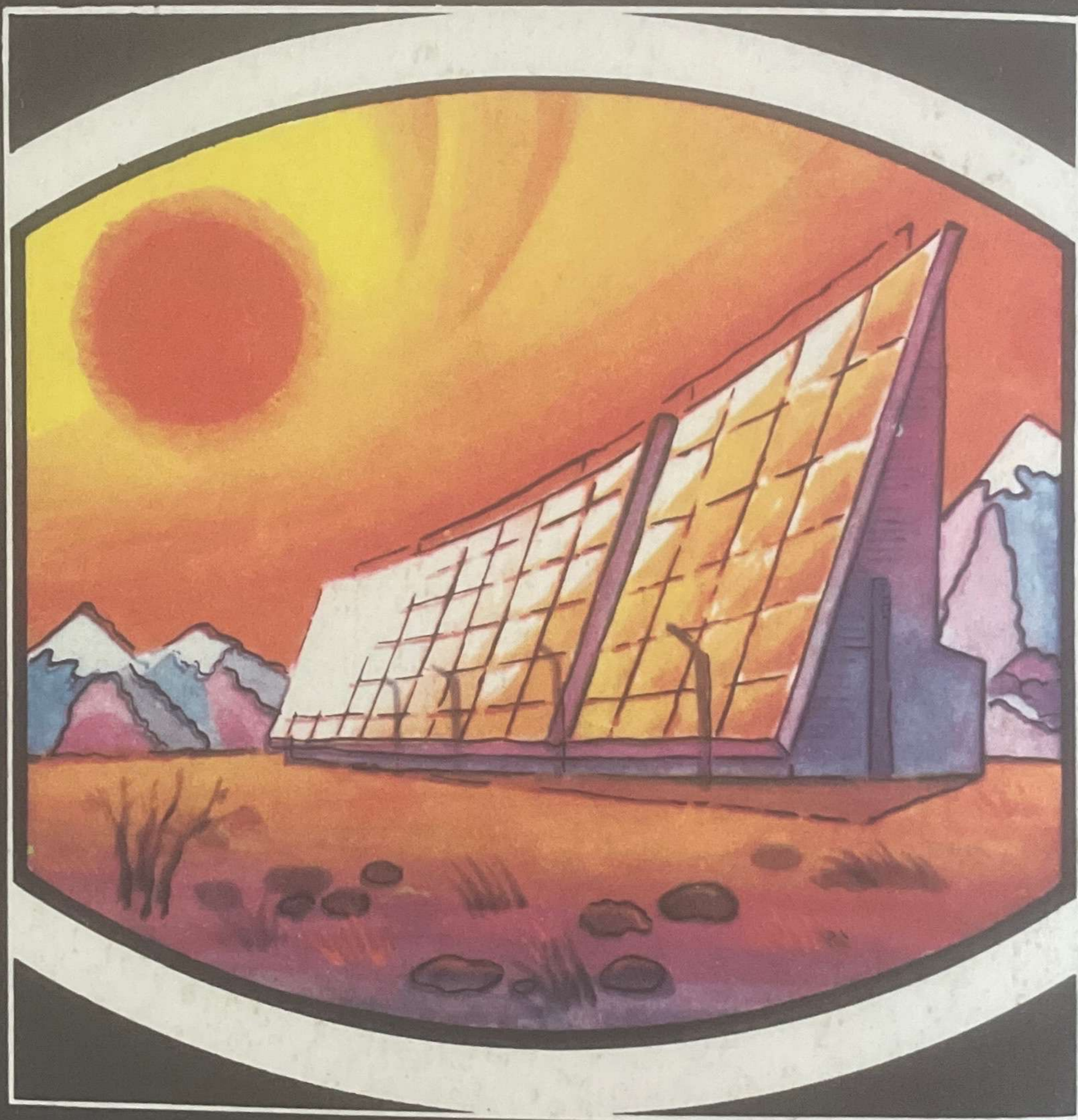
Юрий Иванович Максимов ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Заведующий естественнонаучной редакцией А. А. Нелюбов
Ст. научный редактор
Н. А. Косаковская
Мл. редактор О. А. Красивская
Худож. редактор М. А. Гусева
Обложка художника О. А. Уланова
Техн. редактор С. А. Птицына
Корректор Н. Д. Мелешкина

Сдано в набор 22.01.82. Подписано к печати 29.03.82. Т03677. Формат бумаги 60×84¹/₁₆. Бумага для глуб. печ. Гарнитура журн. рубленая. Печать глубокая. Усл. печ. л. 2,80. Усл. кр.-отт. 3,25. Уч.-изд. л. 3,44. Тираж 23 690 экз. Заказ 833. Цена 12 коп. Издательство «Знание». 101835, ГСП, Москва, Центр, проезд Серова, д. 4. Индекс заказа 826605. Ордена Трудового Красного Знамени Калининский полиграфический комбинат Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. г. Калинин, пр. Ленина, 5.

ДОРОГОЙ ЧИТАТЕЛЬ!

Брошюры этой серии в розничную продажу не поступают, поэтому своевременно оформляйте подписку. Подписка на брошюры издательства „Знание“ ежеквартальная, принимается в любом отделении „Союзпечати“. Цена подписки на год 1 р. 44 к. Напоминаем Вам, что сведения о подписке Вы можете найти в „Каталоге советских газет и журналов“ в разделе „Центральные журналы“, рубрика „Брошюры издательства „Знание“.



СЕРИЯ

НАУКИ О ЗЕМЛЕ