

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ¹

к.э.н. Е.В.Моргунов, Ж.Е.Петренко

В сб. «Проблемы развития рыночной экономики»

/Под ред. д.э.н. Цветкова В.А. Вып. 1. - М.: ИПР РАН, 2007. - С. 102-122.

История культуры человечества неразрывным образом связана с открытием и освоением различных форм энергии. В течение предшествующих тысячелетий развития цивилизации энергетическое обеспечение базировалось на использовании преимущественно «живой» энергии человека и животных. Значительно позднее стала использоваться энергия биомассы (сжигание древесины, органических отходов и т.п.) и лишь к началу 20 века основной энергетический потенциал стран обеспечивался за счет использования угля. Впрочем, «угольное господство» продержалось сравнительно недолго: вскоре развитые страны активизировали потребление других органических видов топлива - нефти и газа. Их относительная дешевизна и доступность привели к тому, что современное промышленное и сельскохозяйственное производство, а также коммунальный сектор получили возможность интенсивного развития.

С появлением на рынке нефти и газа обозначилось «энергетическое» разделение труда, когда одни страны (развивающийся мир) производят, а другие (развитый мир) потребляют. В результате развитые страны быстрыми темпами увеличили свой экономический потенциал, усугубив «разрыв» с «третьим миром». Развивающийся мир как бы субсидировал послевоенный экономический бум Запада.

Развитые страны обеспечивают себя за счет добычи из собственных недр лишь на 61% как по энергоносителям, так и по минеральному сырью. Это означает их реальную зависимость от внешних энергетических поставок (что и показали «энергетические кризисы» в период 70-90-х годов). С другой стороны, страны «третьего мира», часть которых обладает значительными энергосырьевыми источниками, не имеют адекватных технико-технологических и человеческих ресурсов для их эффективного использования, сохраняют социально-экономическую зависимость от промышленных государств. Этот парадокс объясняет, в известной мере, дуалистический характер структуры мирового энергетического развития.

Парадоксальность энергетической ситуации развивающегося мира заключается еще и в том, что, с одной стороны, быстрый рост народонаселения и масштабов социально-экономического развития обусловил значительные темпы прироста энергопотребления. С другой стороны, развивающийся мир находится в состоянии хронического энергетического дефицита, затрагивающего свыше 2 млрд. человек. Таким образом, на одном полюсе мирового энергетического потребления находятся промышленно развитые страны, которые насчитывают около четверти мирового населения, а потребляют почти 4/5 всей энергии, добываемой в мире. На другом «полюсе» - развивающиеся страны и страны «переходной экономики», включая и Россию (их - более 100), где проживает около 75% мирового населения, потребляющего лишь 1/5 производимой в мире энергии.

Тем не менее, с начала 70-х годов стала выявляться тенденция значительного роста потребления энергии не только в развитых, но и в развивающихся странах. В этот период среднегодовые темпы роста потребления энергии во всех развивающихся регионах составляли 5,6%; в странах-членах ОПЕК - 7,3%, в странах - экспортерах нефти - 5,8%, а в странах - импортерах нефти - 4,9%. Уже к середине 70-х годов мировое потребление минерального сырья превышало 12 млрд. т. в год; из них доля первичных источников энергии составляла 70%, а неэнергетического сырья - 30%.

Усиление зависимости от импорта нефти и нефтепродуктов вынуждает развивающиеся страны с относительно ограниченными энергосырьевыми ресурсами создавать национальные программы развития энергетики, увязанные с общими целями экономического роста, пытающиеся смягчить энергетическую зависимость от импорта коммерческих источников энергии. Так, энергетическая политика Индии ориентируется на открытие и разработку перспективных

¹ Работа подготовлена при финансовой поддержке РГНФ (проект №07-02-00100а)

национальных нефтяных месторождений, увеличение добычи угля, сокращение потерь электроэнергии при ее передаче и распределении потребителям (соответствующие потери составляют примерно 20%, что в 2 раза выше, чем в развитых странах).

В начале 70-х годов 13 государств, входящих в Организацию стран - экспортеров нефти, попытались использовать сложившуюся ситуацию зависимости мирового энергетического рынка от ближневосточных поставок для решения национальных социально-экономических проблем. В нарушение всех прежних договоренностей цены на нефть были подняты в несколько раз, что привело к мировому «энергетическому кризису». Последствия этого кризиса были различны для развитых и развивающихся стран, экспортеров и импортеров нефти.

В целом страны - экспортеры нефти - воспользовались сложившейся конъюнктурой на мировом рынке углеводородного топлива. Повышение цен на нефть позволило ряду стран ОПЕК добиться высоких темпов валютных накоплений, заложив тем самым основу социально-экономического, научно-технического и культурного развития. Если в начале 70-х годов доля ОПЕК в мировых валютных поступлениях составляла лишь 5%, то к концу 70-х - уже 24%.

Так, Кувейт, например, превратившись в одну из наиболее богатых стран мира (в расчете на душу населения ВВП достигал в стране до кризиса в Персидском заливе в августе 1990 г. 13 тыс. американских долларов), обеспечивал за счет «нефтедолларов» более 90% правительственных доходов. В Саудовской Аравии строились нефтеочистительные, нефтехимические и сталеплавильные заводы, предприятия по производству химических удобрений и др.; развивалось и сельскохозяйственное производство, сокращая импорт продовольствия. Лидеры страны реализовывали лозунг «вестернизация плюс исламизация», рассматривая его как основу национальной независимости и самообеспечения.

Наиболее ощутимо ударило резкое повышение цен на нефть в 70-х - начале 80-х годов по развивающимся странам - импортерам нефти. Их затраты на импорт нефти увеличились за десятилетие почти в 7,5 раза, что явилось одной из главных причин ухудшения их социально-экономического положения в системе мирового хозяйства. Это затронуло не только бедные африканские страны, но и такие государства, как Аргентина или Бразилия, не имеющие достаточных национальных энергетических ресурсов.

В ином свете предстают последствия «энергетических кризисов» 70-90-х годов для развитых стран. С одной стороны, прибыли ведущих транснациональных компаний - энергетических монополистов - увеличились примерно в 2 раза. С другой стороны, выявилась почти фатальная зависимость Запада от энергетических поставок с Востока. Западный мир стал активно вырабатывать стратегию защиты от непредсказуемости энергетической политики стран «третьего мира».

Во-первых, сформировались соответствующие организационные структуры. Речь идет, в частности, о создании (1974) Международного энергетического агентства, которое объединило группу ведущих развитых стран. Для защиты национальных энергетических интересов и эффективной реализации планов развития стали активнее использоваться бюджетные рычаги государственного регулирования. В США, к примеру, для координации исследований практических разработок было создано (1977) Министерство энергетики; значительно увеличилось государственное финансирование фундаментальных исследований в области альтернативных энергетических источников. Средства федерального бюджета использовались для создания стратегических запасов ископаемого топлива.

Во-вторых, расширились исследования и практические разработки, связанные с реализацией стратегии экономии энергоресурсного природного потенциала. Именно рационализация энергопотребления стала рассматриваться как один из основополагающих элементов национальной энергетической стратегии. В-третьих, активизировался поиск и разработка национальных источников энергии и сырья. Так, расширялось освоение арктического побережья Канады, в оборот включались нефтяные месторождения Аляски, Северного моря и т.п. Иначе говоря, развитые страны делали со своей стороны все возможное, чтобы смягчить энергосырьевую зависимость от «третьего мира».

В целом в 20 веке уровень потребления коммерческой энергии на душу населения возрос почти в 4 раза, превысив 2 т условного топлива на человека в год. Произошли крупные сдвиги в технологии добычи, транспортировки и использования энергоносителей, имела место интернационализация поставок при обострении конкуренции за доступ к источникам сырья.

Общемировые запасы условного топлива (в пересчете на нефть) составляют, около 4,5 трлн. баррелей, из которых на уголь приходится до 60%, на нефть и газ - около 27%. По прогнозам при сохранении современного дневного потребления запасов традиционных энергетических ресурсов должно хватить, примерно на 100 лет. Однако структура мирового энергетического потребления пока имеет зеркальное отражение: в совокупном производстве условного топлива на уголь приходится чуть более 30%, а на нефть и газ - более 67%. Оптимисты считают, что усиливающаяся переориентация на уголь «оттянет», остроту грядущих энергетических проблем более чем на 200 лет. Пессимисты же утверждают, что имеющиеся запасы нефти могут обеспечить потребности цивилизации только на несколько десятков лет. Так, по оценкам «BP» и «World Energy Council» при современном уровне добычи имеющихся доказанных запасов нефти хватит на 41 год.

Пессимисты не учитывают, однако, в своих прогнозах открытия новых источников традиционной энергетики, возможностей альтернативных энергетических ресурсов. Так в интервью, данному корреспонденту журнала «Экспресс» (2005) один из крупнейших в мире специалистов в области морской геологии академик РАН А.Лисицин заявил, что исследованиями последних лет подтверждено: на океаническом дне находятся огромные запасы нефти, газа и еще одна форма углеводородов - газогидраты, причем не только на шельфе, а и на глубинах от двух до четырех тысяч метров. Раньше среди ученых существовало убеждение, что на таких глубинах никаких серьезных запасов углеводородов нет. В Бразилии обнаружили и уже добывают нефть на глубинах 2-3 тыс. метров. Российскими океанологами также обнаружена в Арктике одна из самых богатых в мире по запасам перспективная нефтегазовая зона (Штокманское месторождение).

Поэтому, если не впадать в крайности, есть все основания для утверждения: в реально прогнозируемом будущем (если не будет неожиданностей) для нужд человечества должно хватить промышленных энергетических и сырьевых ресурсов. Речь идет как о современных, так и о потенциальных запасах, а также о возможном повышении их ресурсно-энергетической продуктивности, которая является функцией научно-технического и технико-экономического прогресса. Тем не менее, хотя доступные для добычи углеводороды иссякнут не скоро, учитывая все увеличивающиеся темпы их добычи (за последние 30 лет на 60%, с 50 до 80 млн. баррелей в сутки), уже через 10 лет ожидается снижения их объема.

По оценкам «BP» и «World Energy Council» по отношению доказанных запасов к объемам добычи резко лидирует уголь, которого должно хватить на 192 года. Причем в странах бывшего СССР этот показатель превышает 500 лет. В структуре мирового потребления энергии доля угля оценивается в 26,5%. Доля природного газа приближается к 24% мирового потребления энергии, а доказанных запасов будет достаточно на 67 лет. В США, крупнейшем мировом потребителе природного газа, собственных запасов при сохранении объемов добычи хватит всего на 9,5 лет.

Общее свойство современной экономики – диверсификация энергоисточников при повышении общего уровня потребления энергии. В странах-импортерах происходит увеличение закупок энергоносителей, издержки производства которых там превышают международные показатели, при этом растет производство видов энергии с низкими относительно мировых издержками. Например, запасы нефти в США составляют 2,9% мировых, угля 25,4%, соответственно относительная распространенность угля выше. На территории США учтено около 50 тыс. нефтегазовых месторождений, половина из которых относится к низкопродуктивным категориям. Общие разведанные запасы американской нефти, рассчитанные по методике Oil & Gas Journal (2005), оцениваются в 22,4 млрд. баррелей (3,1 млрд. т).

Согласно прогнозам МЭА, в 2020 году мировое потребление нефти достигнет 120 млрд. баррелей в день, что эквивалентно 5,96 млрд. тонн в год, против 3,5 млрд. тонн в 2002 году, а

после 2025 г. прогнозируется стабилизация глобального потребления нефти. Максимальный прирост прогнозируется для развивающихся стран Азии, где ожидаются экономический подъем и наращивание использования нефти во всех секторах экономики.

Абстрагируясь от географических признаков, страны, добывающие нефть, можно разбить на четыре укрупненные группы: страны ОПЕК (около 39% добываемой в мире нефти); западные страны - США, Канада, Великобритания (16%), основная добыча в которых приходится на транснациональные нефтяные компании; независимые производители - Мексика, Норвегия, Россия (20%); все остальные (25%).

По оценкам МЭА, наибольшими возможностями в наращивании добычи располагает Саудовская Аравия, которая в относительно короткие сроки может увеличить ее примерно на 3 млн. баррелей в сутки, а ее добывающие мощности могут обеспечить до 10-10,5 млн. бар. в сутки. Мощности в других странах существенно меньше - суммарно около 1,9 млн. бар. в сутки.

Исходя из себестоимости добычи нефти и ее доставки, условно запасы стран также можно разделить на группы. Самая дешевая нефть на Ближнем Востоке, далее идут Венесуэла, Индонезия, Нигерия, Россия, Мексика и штат Техас (США). Самая высокая себестоимость добычи нефти на Аляске, в Северном море и в Канаде. Все группы стран по себестоимости добычи нефти укладываются в интервал от 1 до 15 долл. за баррель.

Широкое применение самых современных технологий при добыче нефти определяет быстрый рост цены добываемого продукта. За последние 30 лет ежегодные затраты на ее добычу увеличились менее чем с 10 до 160 млрд. долларов, то есть более чем в 16 раз. В дальнейшем действие этой тенденции будет только усиливаться. Например, если сейчас при морской добыче нефти только 15% платформ могут работать на глубинах более одного километра, то среди вновь заказываемых (это примерно 100 плавучих платформ) уже 56% предназначается для работы на таких глубинах. Соответственно, общая стоимость этого вида бурового оборудования, по оценке журнала Oil and Gas Journal, превысит 30 млрд. долларов. Специалисты совершенно спокойно обсуждают цену на нефть в 100 долларов за баррель и выше в недалеком будущем.

Нефтедобывающие арабские страны сегодня инвестируют в улучшение инфраструктуры и, пользуясь благоприятной обстановкой, проводят реформы, чтобы создать новые рабочие места для бурно растущего населения. Еще в конце 90-х годов в Саудовской Аравии практически не велось разведывательного бурения, сегодня местные нефтяники осваивают новые месторождения, которые к 2010 году могут увеличить добычу на 2,5 млн. баррелей в сутки производственных мощностей (прирост на 22%). Кроме того, значительные средства направляются на нефтепереработку – страны ОПЕК хотят увеличить долю нефтепродуктов в структуре своего экспорта. Так, Saudi Aramco сейчас реализует проект нового НПЗ в Джидде стоимостью 5 млрд. долларов

Относительно газа МЭА прогнозирует на протяжении всего периода до 2050 года возращение его использования быстрыми темпами за счет расширения применения в энергетике, коммунально-бытовой сфере, химической промышленности и в качестве моторного топлива. Ожидается дальнейшее развитие технологических систем транспортировки и переработки газа.

В настоящее время в мире в 12 странах насчитывается 22 завода по производству СПГ суммарной мощностью 135 млн. тонн в год. В стадии строительства СПГ-заводов и расширения действующих мощностей находится еще 12 проектов и 31 проект заявлен. К 2010 году мировые мощности производства СПГ, по оптимистической оценке могут составить 412 млн. тонн в год. По пессимистическому сценарию, при допущении, что будет реализовано не более 1/3 заявленных проектов, к 2010 году объем мирового производства СПГ составит 258 млн. тонн.

Теперь о спросе на СПГ. В мире насчитывается 44 терминала по приему СПГ суммарной мощностью 310,8 млн. т. в год. Строятся еще 13 терминалов суммарной мощностью 37,7 млн.т. Помимо этого в различной стадии реализации находится 51 проект по строительству терминалов общей мощностью 144 млн. тонн, ввод в действие которых намечено на 2007 год. Таким образом, высоко вероятный объем спроса на СПГ в 2007 году может составить 348 млн.

тонн в год, вероятный спрос (действующие мощности плюс строящиеся, плюс проектные) может превысить 492 млн. т.

Получается в результате, что прогнозные оценки мирового производства СПГ меньше вероятного спроса на этот вид топлива. Отсюда вытекает, что мировой рынок будет тяготеть к дефициту. Следовательно, перспективное развитие СПГ-индустрии ускорится и пойдет по всем направлениям. Это - не только появление новых СПГ-проектов, но и строительство все более крупных заводов при меньших издержках, что уже сейчас отчетливо просматривается на примере новых СПГ-проектов годовой мощностью в 15 млн. тонн и более.

Уже сегодня развитие СПГ-индустрии происходит и будет происходить не только в технико-технологическом отношении, но и по линии формирования мирового рынка газа. Мировая торговля СПГ есть не что иное, как средство интеграции ранее изолированных континентальных и региональных рынков. Так, газ из Африки, стран Ближнего Востока, Австралии попадает в Европу, США и Азию. СПГ американского и австралийского производства поступает в Японию. Поставлять газ на рынки США и Европы теперь может даже Ангола и Экваториальная Гвинея, где ExxonMobil, Total, Marathon и др. имеют соответствующие СПГ-проекты.

По данным Министерства энергетики США, страна планирует потребление СПГ к 2010 году на уровне 42-47 млн. тонн в год. Хотя есть и оценки в 100 млн. тонн. Поэтому большинство новых СПГ-проектов, в том числе реальных, ориентировано именно на американский рынок. Только катарские проекты к 2010 году дадут как минимум 45 млн. тонн СПГ в год. На рынки США и Европы ориентированы проекты по развитию СПГ-производства в Нигерии, Анголе и Австралии, большинство латиноамериканских проектов, норвежский проект Snohvit, Венесуэла и Бразилия, где развитие проектов СПГ стимулировано недавним открытием крупных запасов газа на шельфе, также рассчитывают поставлять СПГ на рынки США и Европы. Тринидад и Тобаго уже сейчас активно работает на рынке США.

К сожалению, Россия пока находится в стороне от этих процессов. Российские инициативы по части выхода на рынок СПГ пока еще недостаточны. Наиболее серьезная инициатива «Газпрома» - СПГ-проект на базе разработки Штокмановского месторождения со строительством СПГ-завода в Мурманске, с последующими поставками газа в США. «Газпром» уже получил предложения по сотрудничеству в рамках проекта от ряда зарубежных компаний. Но проект находится в самой начальной стадии. А, как известно, на сооружение инфраструктуры СПГ-производств уходит как минимум 5 лет. Хочется надеяться, что проект будет реализован, в противном случае на американский рынок Россия может опоздать, так как ниша уже в значительной степени занята.

В 70-х годах на фоне усиления нефте- и газопотребления трудно было предвидеть изменения статуса каменного угля в энергетике конкретной страны или региона. В то время казалось, что уголь был окончательно вытеснен в качестве энергоносителя другими его формами. В чем же причина неожиданного повышения в 90-х годах доли угля в мировом энергопотреблении?

Прежде всего, его значительные запасы. Большая часть известных геологических ресурсов угля расположена в Азии и Северной Америке; около 6% их залегают в Европе, 3% - в Австралии, в Африке - 1%. Объемы и масштабы распространения угля позволяют рассматривать его как один из перспективных источников, способных в среднесрочном плане составить альтернативу жидкому и газовому топливу в системе мировых энергетических балансов. На мировом энергетическом рынке основными поставщиками угля являются развитые страны, т.е. надежные партнеры, что особенно важно на фоне военно-политической неустойчивости ближневосточных нефтяных районов. В этом контексте использование угля может стать кратковременной альтернативой углеводородному топливу.

В большинстве угледобывающих развитых и развивающихся стран произошел рост его добычи. Характерно, что производство угля наращивают как развивающиеся страны - экспортеры нефти (скажем, Колумбия увеличила угледобычу в 2 раза), так и ее импортеры (к примеру, Индия). Однако надежды, возлагаемые на доминирующее использование угля, реализуются пока не в полной мере. Даже если ориентироваться на разработку угольных пластов открытым

способом, являющимся экономически эффективным, но и наиболее несостоятельным с экологической точки зрения, из-за сравнительно низкой энергоемкости угля (по сравнению с нефтью или газом) возникает потребность в строительстве крупных углехранилищ, в создании соответствующей инфраструктуры и др. И естественно, что объемы необходимых капиталовложений резко возрастут. Иными словами, требуемые капиталовложения, необходимые для эффективной угледобычи и качественного использования твердого ископаемого топлива, затруднительны для экономических и технических возможностей развивающихся стран.

Больше перспектив в этом смысле имеют развитые страны. Скажем, США планируют в ближнесрочной перспективе сокращение потребления сырой нефти до 10% за счет строительства предприятий по производству синтетического горючего из угля. По прогнозу МЭА, полный первичный спрос на уголь в течение ближайших тридцати лет будет расти лишь на 0,4% в год. Одной из важнейших причин торможения использования угля в качестве топлива является его сравнительная «экологическая грязность». Так, расширение добычи угля открытым способом выводит из хозяйственного обращения значительную часть территории, в том числе и пригодную для сельскохозяйственной деятельности. Использование угля в больших масштабах, особенно низкокачественных его сортов, является одним из существенных факторов, способствующих загрязнению атмосферы. Конечно, практически все установки, сжигающие органическое топливо, выбрасывают в атмосферу вредные газообразные продукты; в результате их деятельности образуются твердые отходы (зола и др.).

Однако именно теплоэлектростанции, работающие на угле, особенно отрицательно воздействуют на естественные экологические системы, способствуя загрязнению воздушного бассейна, почвы, увеличивая количество соответствующих заболеваний человека. Сторонники АЭС даже утверждают, что количество возможных заболеваний, связанных с выбросами на ТЭС, превышает соответствующие показатели, присущие радиоактивным выбросам атомных электростанций. Учет экологических соображений вынуждает потребителей угля вкладывать существенные средства в технологию для удаления вредных отходов, что в немалой степени препятствует рентабельности использования угольных ресурсов в качестве топлива. Уголь может стать определенным заменителем нефти лишь тогда, когда будут разработаны эффективные методы его газификации.

Следует отметить, что из общего объема мировых энергоресурсов рационально используется лишь одна треть; две трети теряются в процессе производственно-хозяйственной и социокультурной деятельности. Наибольшие энергетические потери связываются с деятельностью транспорта (до 90% потерь от всего потребления энергетических ресурсов), с коммунальной сферой (около 70%), с бытовым потреблением (до 60%). Поэтому одним из важнейших элементов мировой энергетической стратегии в 21 веке рассматривается процесс энергосбережения и рационализация энергопотребления. Более того, энерго- и ресурсосбережение выступает на уровне современных технологических решений в качестве дополнительного источника естественных ресурсов. Только выход на уровень энерго- и ресурсосберегающей технологии мог бы создать реальные предпосылки для известной стабилизации уровня потребления топлива. При этом имеется в виду не только сохранение, но и даже повышение жизненного уровня населения. Рационализация использования природно-ресурсного потенциала позволяет это.

До катастрофы на Чернобыльской АЭС атомная энергетика считалась надежным и перспективным направлением развития энергетики. По сравнению с тепловыми электростанциями объем образующихся радиоактивных отходов на АЭС составляет очень незначительную величину. Так, все действующие АЭС мира за весь период своего существования наработали почти в 9 раз меньше твердых РАО, чем одна угольная ТЭС мощностью 1300 МВт дает за год.

С 1970 г. атомная энергетика развивалась все более интенсивными темпами и наивысшего расцвета достигла в период 1980–1985 гг. Суммарная мощность действовавших тогда АЭС в мире достигла 117 МВт. В последующие годы можно было ожидать сохранения того же темпа развития. Однако Чернобыльская катастрофа перечеркнула многие планы, и после 1986 г. начинается явный спад в атомной энергетике. Некоторые страны, такие, как Швеция, Италия, Австрия, кардинально пересмотрели свою политику по отношению к атомной энергетике, Гер-

мания стала снимать с эксплуатации энергоблоки, построенные в восточных землях по советским проектам. В настоящее время ни в одной стране Западной Европы, кроме Франции, не ведется строительство новых реакторов.

Во многих странах все настойчивее стали обсуждаться вопросы экологической безопасности атомной энергетики и проблемы обращения с радиоактивными отходами (РАО) и отработавшим ядерным топливом (ОЯТ), образующимися в процессе работы АЭС. В процессе бурного развития атомной энергетики основная часть всего объема отработанного ядерного топлива стала поступать с атомных электростанций. С начала 70-х гг. количество ОЯТ стало расти по экспоненте, и сейчас ежегодная выгрузка ОЯТ из АЭС в мире превышает 9 тыс. тонн. К 2020 г. в мире накопится, по оценке экспертов, около 600 тыс. тонн отработавшего топлива.

Масштаб проблемы потребует огромных усилий и финансовых затрат, чтобы обеспечить безопасность людей и не допустить радиационного загрязнения биосферы. Отработавшее ядерное топливо, извлеченное из ядерного реактора – самый высокоактивный радиационный материал во всей последовательности технологических операций от добычи урановой руды до получения атомной энергии. Однако потенциал действующих АЭС в мире велик. По состоянию на начало 1997 г., в 31 стране мира находились в эксплуатации 432 атомных энергоблока общей установленной мощностью 367,4 ГВт. Еще 53 энергоблока находились в стадии строительства. На долю атомной энергетики приходится 17% вырабатываемой электроэнергии в мире. При этом в ряде стран АЭС являются одним из основных ее источников.

Лидируют в области использования атомной энергетики США, где в эксплуатации находится 109 энергоблоков общей электрической мощностью 105,4 ГВт. Во Франции работает 56 энергоблоков мощностью 61 ГВт. Далее следует Япония, где работает 52 энергоблока общей мощностью 44 ГВт, и Германия с 20 энергоблоками мощностью 23,5 ГВт. В России в эксплуатации находится 29 энергоблоков установленной мощностью 21,2 ГВт. В десятку стран, имеющих развитую атомную энергетику, входят также Канада, Украина, Великобритания, Швеция, Республика Корея.

Из всех действующих АЭС мира две трети работают в Северной Америке и Европе. Большинство из них предполагается закрыть к 2030 г., и лишь немногие из них будут замещены. Практически во всех этих странах в ближайшее десятилетие не планируется ввод значительных мощностей атомной энергетики. Исключение составляет Азиатско-Тихоокеанский регион (АТР), где многие активно развивающиеся, но ограниченные в запасах топлива и гидроресурсов государства уделяют большое внимание национальным программам по ядерной энергетике. До недавнего времени казалось, что этот регион имеет большую перспективу. Из 53 строящихся энергоблоков 20 сооружается в Азии и на Дальнем Востоке. Планировалось, что через 10-15 лет общее число коммерческих реакторов в АТР приблизится к 120, а в 2025 г. здесь будут действовать более трети всех АЭС мира. Но теперь, после финансовых потрясений 1997 г., все планы развития атомной индустрии серьезно пересматриваются. Только Китай и Япония сохраняют свои атомные амбиции.

Наиболее развитая атомная энергетика в этом регионе остается у Японии, которая в начале 1998 г. подтвердила, что планирует построить 20 новых АЭС. Сейчас атомная энергетика дает в этой стране 30% вырабатываемого электричества, и здесь располагается 2/3 всех азиатских атомных станций. Предполагалось увеличить к 2010 году долю АЭС в энергобалансе страны до 43%, а количество реакторов – до 70. Но японцы начинают сомневаться в официальном атомном энтузиазме.

В Китае, несмотря на наличие богатых месторождений угля и гидроресурсов в центральной части страны, строительство АЭС признано наиболее экономически эффективным для удовлетворения растущих потребностей в электроэнергии, особенно в прибрежных районах вблизи индустриальных зон. Правительство Китая не тревожится относительно протестов населения, а страна, несомненно, нуждается в новых источниках энергии. В настоящее время в КНР имеется всего 3 действующих реактора и 4 строящихся. Утверждены планы строительства в ближайшее десятилетие еще 6 реакторов. К 2020 г. Китай намеревается довести суммарную мощность АЭС до 50 ГВт, что означает строительство десятков новых энергоблоков. Основное

реакторное оборудование сейчас экспортируется, но Китай хочет иметь свою атомную индустрию.

В настоящее время Западная Европа вырабатывает на своих АЭС - 35% атомной энергии, США - 27%, Азиатско-Тихоокеанский регион - 17%, Восточная Европа - 14%, Канада - 4%, прочие - 3%. Как известно, в ядерной энергетике технологическое развитие возможно по двум основным направлениям.

Первое - традиционное - это технологии реакторов на тепловых нейтронах (тепловые реакторы). Основным топливом для них являются изотопы ^{235}U , которые в очень небольшом количестве (примерно 0,7%) содержатся в природном уране. К сожалению, и дешевых ресурсов природного урана в мире мало. Ресурсы дешевого урана для тепловых реакторов оцениваются несколько больше 10 млн. т., что в энергетическом эквиваленте меньше ресурсов нефти и газа, тем более угля, так что тепловые реакторы на ^{235}U не могут стать основой для широкомасштабного роста производства электроэнергии. Ядерная энергетика на традиционных тепловых реакторах, в основном легководных, сможет развиваться еще примерно 40 лет, удовлетворяя энергетические потребности лишь отдельных топливодефицитных стран и районов. Повторное использование, выделяемого сейчас на построенных во Франции, Англии и России заводах, которое включается в состав смешанного топлива, не решает долгосрочной проблемы топливообеспечения ядерной энергетике. Кроме того, распространение этой технологии в мире увеличит риск расползания ядерного оружия.

Тепловые реакторы разных типов, вероятно, найдут применение и в более отдаленной перспективе, оказываясь предпочтительными в некоторых секторах энергопроизводства. В первую очередь - это малые и средние атомные станции (десятки - сотни МВт для удовлетворения локальных нужд в тепле и электричестве удаленных районов или технологических потребностей в высокотемпературном тепле. В несколько отдаленной перспективе, в процессе совершенствования технико-энергетических систем, особенно на втором этапе развития атомной энергетике (широкое использование реакторов-размножителей на быстрых нейтронах), возможен новый всплеск интереса к атомной (ядерной) энергетике.

Атомная энергетика требует огромного капитала. Стоимость АЭС с энергоблоком в 1000 МВт составляет 2 млрд. долларов, а если учитывать все побочные расходы (отторжение больших территорий и др.), атомная энергия примерно в 2-3 раза дороже энергии, полученной традиционным способом. Но одной из главных причин сдерживания роста данной отрасли являются нерешенные проблемы обеспечения требуемой ядерной, радиационной и экологической безопасности. С учетом всех этих негативных факторов преждевременно делать серьезные прогнозы развития мировой атомной энергетике в текущем столетии.

Солнечное излучение приносит нам в 3 тысячи раз больше энергии, чем человечество потребляет на данный момент. И хотя сегодня мы используем только небольшую часть этого энергетического потока, эксперты уверены, что через 20-30 лет мы сможем напрямую конвертировать солнечное излучение в электричество, тем самым, экономя полезные ископаемые. При такой схеме развития солнечная энергетика в недалеком будущем может стать основным источником энергии для человечества.

Во второй половине 20 века проблемы гелиоэнергетике обсуждались на самых крупных международных форумах (Дели, 1954; Рим, 1961; Париж, 1973; Найроби, 1981; и др.). Впрочем, и на сегодняшний день остается в силе вывод, сформулированный на одном из этих форумов: Крупные научные открытия по прямому преобразованию солнечного излучения в пригодные для дальнейшего использования другие формы энергии, к сожалению, так и не состоялись, поэтому солнечная энергия не смогла найти широкого применения - главным образом по экономическим причинам. Действительно, 1 кВт/ч электроэнергии, полученной с помощью солнечных источников, обходится в 10 раз дороже, чем в условиях традиционного энергопроизводства. И, тем не менее, современные гелиоэнергетические системы постепенно повышают свою эффективность.

В странах Азии, Африки, Латинской Америки наиболее адекватные (по сравнению со странами Запада) природно-климатические условия для утилизации солнечной энергии (наи-

большая солнечная радиация, наличие значительных свободных территорий и др.), т.е. географическое положение большинства стран «третьего мира» обеспечивает достаточно благоприятные условия для размещения на их территориях гелиоэнергетических установок. В некоторых из них функционируют специальные центры по солнечной энергии, которые организуют производство и распространение соответствующего оборудования, готовят специалистов.

В настоящее время отчетливо проявляется стремление развитых стран увеличить применение солнечной энергии, особенно для обогрева зданий современной постройки. Чаще всего в этом случае используется обогрев «синтетического» типа, т.е. применяются традиционные и альтернативные энергетические источники. Экономическая эффективность подобных устройств возрастает с улучшением инженерных параметров соответствующих конструкций. И, несомненно, гелиоэнергетика будет играть все более заметную роль в перспективном мировом энергоснабжении.

Использование в качестве топлива биомассы, получаемой на основе отходов сельскохозяйственного и промышленного производства, а также бытовой деятельности, является новым направлением в масштабной энергетике. Биомассу можно рассматривать как одну из форм накопления и преобразования солнечной энергии, т.е. очевидна взаимосвязь гелио- и биоэнергетики. И хотя в большинстве развитых стран использование энергии биомассы не находит пока достаточно широкого применения, в странах «третьего мира» дефицит некоммерческих энергетических ресурсов оборачивается усиливающимся интересом к биоэнергетике. Использование энергии биомассы составляет более 50% энергопотребления большинства стран Азии, Африки и Латинской Америки.

Первоначально основное внимание уделялось непосредственному сжиганию древесины в аграрном секторе и в быту. Подход такого рода обернулся, как известно, реальностью «дровяного кризиса», связанного со сведением исторически сложившихся лесных территорий. Одно из важнейших направлений биоэнергетики - переработка отходов сельскохозяйственного производства как растительного, так и животного происхождения. Выход на уровень новых технико-энергетических решений ведет к замене традиционного сжигания биомассы воздействием на нее с помощью микробиологических, термических методов и др. В результате получается биогаз, используемый как энергетический источник. В целом ферментация органических отходов сельскохозяйственного производства может удовлетворить немалую часть энергетических потребностей населения.

Отнюдь не преувеличивая роль биоэнергетики в перспективном мировом энергетическом обеспечении, следует адекватно оценивать ее место в совокупности некоммерческих видов топлива. Биоэнергетические установки, снимая часть энергетического дефицита в сельскохозяйственных районах и в сфере мелкой промышленной деятельности, а также в быту, могут стать существенным элементом в системе региональной энергетической стратегии. Так, использование биомассы для производства энергии широко применяется в Финляндии. Это в большой степени объясняется сотрудничеством между компаниями лесного сектора, энергетическими предприятиями и муниципалитетами. Многие финские целлюлозно-бумажные комбинаты имеют собственные котельные для производства тепла и электроэнергии из древесных отходов и растворов целлюлозного производства.

Теплоэлектроцентрали, которые часто строятся совместно с муниципалитетами и энергетическими предприятиями, могут снабжать теплом местные отопительные системы и электричеством местные сети. Крупнейшая теплоэлектроцентраль, работающая на биомассе, была пущена на западном побережье Финляндии в декабре 2001 года. Основные функции этой станции: эффективная утилизация биомассы побочных продуктов соседних целлюлозно-бумажных и лесопильных производств, генерация электроэнергии для поставок на рынок (мощность 240 МВт), производство промышленного пара (100 МВт), снабжение паром для отопления производств и районной отопительной сети (60 МВт). Эта теплоэлектроцентраль использует смесь различных видов древесного биологического топлива: кору, опилки, щепу, торф, а уголь - в качестве резервного топлива (20).

Сейчас в структуре мирового производства электроэнергии доля гидроэлектростанций составляет 20% (2600 млрд. кВт/ч). В числе стран с наибольшим годовым производством электроэнергии на ГЭС (млрд. кВт/ч) Канада - 349, США - 347, Бразилия - 266, Китай - 187, Россия - 175; Европа в целом - 539 млрд. кВт/ч. Гидроэнергетическими ресурсами располагают более 150 из 209 стран мира. В 65 странах на ГЭС вырабатывается свыше 50% всей производимой электроэнергии, в 24-х - более 90% и в 10-ти - практически 100%. Мировой экономический гидроэнергетический потенциал составляет 8100 млрд. кВт/ч, а его неиспользованная часть 5500 млрд. кВт/ч. Для России аналогичные величины равны соответственно 852 млрд. кВт/ч (10,5% мирового) и 687 млрд. кВт/ч.

При этом надо иметь в виду такую парадоксальную ситуацию: районы земного шара, обладающие наибольшими гидроэнергетическими ресурсами (Африка, Южная Америка и Юго-Восточная Азия), технически в наименьшей степени подготовлены к их утилизации. Так, если считать, что в мире используется немногим более 13% имеющегося глобального энергетического гидропотенциала, то на южные регионы мира приходится более половины этой величины.

До недавнего времени доминировало представление, в соответствии с которым только крупные гидроэлектростанции могут вырабатывать электроэнергию, конкурентную с электроэнергией, производимой на электростанциях, работающих на угле или ядерном топливе. При таком подходе "первичная" экономическая эффективность оборачивалась, как правило, существенными негативными экологическими последствиями; при этом окупаемость ГЭС растягивалась на несколько лет, а то и десятилетий. Это представление о рентабельности лишь крупных гидротехнических сооружений требует существенного пересмотра. Во всяком случае, развитые страны уже отказываются от соответствующих масштабных энергетических проектов.

Большинство развивающихся стран, нуждающихся в энергетических ресурсах, не могут выделить значительных капиталовложений, необходимых для строительства масштабных гидротехнических объектов и не имеют возможности ждать длительных сроков строительства и окупаемости ГЭС. Поэтому наиболее плодотворным для развития гидроэнергетики как развитых, так и развивающихся стран могло бы быть строительство мини-гидроэлектростанций. При этом не исключается, естественно, возможность сооружения крупных ГЭС, если для подобного строительства отсутствуют соответствующие противопоказания, т.е. при наличии положительной социально-экологической экспертизы. В этом смысле может быть показателем опыт Китая, где на больших и малых реках близ населенных пунктов (деревень, поселков и т.п.) действуют мини-ГЭС. Функционирование подобных сооружений (а в Китае уже построено их свыше 60 тыс.) не требует сложного технического оборудования (отсутствует необходимость в разветвленной сети электропередач), не оказывает существенного негативного экологического эффекта.

В результате научно-технического прогресса создаются предпосылки для более конструктивного использования ресурсов (сырьевых, энергетических и др.) Мирового океана, возможности которого пока реализуются в ограниченной степени. Перспективы использования энергетического потенциала океана представляются достаточно впечатляющими. Устройства, использующие энергию волн, уже эксплуатируются в Японии, в Великобритании (сигнальные буи с автономной турбиной) и в Норвегии - волновая энергетическая установка на принципе колеблющегося водяного столба мощностью 500 кВт. Исследуется, к примеру, проблема использования энергии приливов и отливов. Анализируется возможность «извлечения» тепловой энергии Мирового океана, а также обсуждаются способы получения энергии за счет различной плотности соленой и пресной воды. Немало проектов касается возможного использования в качестве источника энергии мощных течений в океане (Гольфстрим, Куроисио и др.).

Во всех, по существу, проектах и практических разработках, обсуждающих возможности утилизации энергетических и сырьевых ресурсов Мирового океана, ставятся две проблемы, нуждающиеся в дополнительных исследованиях. Во-первых, соответствующие технические проекты в той или иной степени должны затронуть экологические вопросы глобального мас-

штаба с учетом значения Мирового океана для биосферы в целом, во-вторых, оценить экономическую целесообразность тех или иных технико-энергетических процессов.

Добыча нефти и газа в процессе морского бурения, которая составляет примерно четверть их мирового производства, оказывает немалое негативное экологическое воздействие в процессе производства, транспортировки и т.п. Для регулирования соответствующей международной деятельности III Конференция ООН по морскому праву приняла Конвенцию ООН по морскому праву, провозгласившую морские ресурсы «всеобщим наследием человечества». Это в полной мере касается и космических исследований.

Опыт международного сотрудничества развитых и развивающихся стран имеет существенное значение в процессе реализации общечеловеческой проблемы мирного использования космического пространства. Более того, в 90-х годах уже накоплен немалый опыт использования космических систем для решения мировых и региональных энергосырьевых проблем. Для развивающихся регионов космические данные представляют особенный интерес в силу, в частности, их сравнительно слабой природно-географической изученности, сдерживающей национальное социально-экономическое развитие.

Использование космических систем позволяет эффективно вести поиск полезных ископаемых; оценивать районы, наиболее перспективные с точки зрения наличия потенциальных энергосырьевых источников; составлять географические карты и др. Так, применение данных, полученных с помощью искусственных спутников Земли, дало возможность бразильским ученым осуществить успешный поиск залежей бокситов, железной руды, цинка и др.; с помощью космического картографирования была составлена геологическая карта Мозамбика. В Индии, осуществляющей фундаментальную программу по космической геологии, выявлены районы для поисков минерального сырья, новых энергетических источников и др. С помощью искусственных спутников Земли ряд аналогичных проектов осуществлен в Бразилии, Эфиопии, Тунисе и др. Результат обработки космических исследований были положены в основу обоснования ряда гидротехнических проектов. В Танзании изучались районы, в которых планируется строительство гидроэлектростанции; оказалось реальным оценить возможное влияние строительства водохранилища и плотины на общее состояние земельных систем, наметить меры, предотвращающие эрозию почвы и т.п.

В результате десятилетий исследования и развития альтернативной энергетики, сформировались условия для завоевания технологиями возобновляемой энергетики рыночного пространства. Страны, подписавшие Киотский протокол, взяли на себя обязательства, развивать эти технологии, поэтому финансирование этой отрасли растет и формируется гарантированный рынок технологий. Например, в Австралии торговля кредитами возобновляемой энергетики обеспечивает денежными средствами ветряные фермы, а портфели стандартов по использованию возобновляемой энергетики во всем мире требуют от энергоснабжающих компаний получать часть энергии от ВИЭ.

Ожидается, что потребление энергии от ВИЭ на формирующемся рынке будет расти, затраты на производство возобновляемой энергии снизятся, в результате использование ВИЭ будет расти по экспоненте. Такие компании как Vestas, Solar Century BP или Shell, осознав преимущество раннего проникновения на рынок ВИЭ, уже создают предприятия, учитывая новые возможности. Использование возобновляемой энергетики становится рыночной стратегией, а не просто ходом, желательным только с точки зрения имиджа компании.

Из всего вышесказанного можно сделать следующие выводы. Во-первых, мировое общество имеет еще несколько десятилетий, прежде чем станет реальностью дефицит невозобновляемых энергетических ресурсов, т.е. речь идет о наличии некоторого «временного интервала», позволяющего выработать адекватную мировую стратегию глобально-регионального энергетического развития. Во-вторых, вряд ли целесообразно выделение какого-либо энергетического ресурса, который следовало бы рассматривать в качестве наиболее перспективного источника энергетического обеспечения общества, т.е. наиболее конструктивной представляется полиэнергетическая концепция энергетики будущего, исходящая из сбалансированности энергосырьевой политики. И, наконец, в-третьих, в будущем балансе как возобновляемых, так и невозобновляемых энергетических ресурсов доминирующая доля должна принадлежать таким формам и методам энергетического обеспечения, которые удовлетворяют фундаментальным экологическим требованиям.