



Экономический и Социальный

Distr.
GENERAL

E/C.13/1998/3
5 February 1998
RUSSIAN
ORIGINAL: ENGLISH

КОМИТЕТ ПО НОВЫМ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМ
ИСТОЧНИКАМ ЭНЕРГИИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ
РЕСУРСАМ В ЦЕЛЯХ РАЗВИТИЯ

Третья сессия

Нью-Йорк, 23 марта-3 апреля 1998 года

Пункт 4а предварительной повестки дня*

ЭНЕРГЕТИКА И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ

Экологически безопасные и эффективные технологии получения
энергии из ископаемых видов топлива

Доклад Генерального секретаря**

СОДЕРЖАНИЕ

	<u>Пункты</u>	<u>Стр.</u>
I. ВВЕДЕНИЕ	1 - 8	3
II. ЭНЕРГИЯ, ПОЛУЧАЕМАЯ ИЗ ИСКОПАЕМЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА, И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА	9 - 15	5
А. Здоровье и несчастные случаи	10 - 11	5
В. Экологические последствия на местном, региональном и глобальном уровнях	12 - 15	6

* E/C.13/1998/1.

** Более подробную информацию можно получить в Отделе по устойчивому развитию,
Департамент по экономическим и социальным вопросам.

СОДЕРЖАНИЕ (продолжение)

		<u>Пункты</u>	<u>Стр.</u>
III. 16 - 17	ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКОПАЕМОГО ТОПЛИВА 7		
IV.	ПРЕОБРАЗОВАНИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ	18 - 29	7
	A. Более экологически чистые технологии преобразо- вания ископаемого топлива	22 - 23	9
	B. Сопоставление экологически чистых технологий использования ископаемых видов топлива	24 - 29	10
V.	РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И КОНЕЧНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ	30 - 31	14
VI.	СТРАТЕГИИ В ТЕХНИЧЕСКОЙ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОБЛАСТЯХ	32 - 36	14
	A. Изменения в технической области и освоение передовых технологий	32 - 33	14
	B. Другие стратегии и меры в области ископаемого топлива	34 - 36	15
VII.	СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКОПАЕМОГО ТОПЛИВА В БУДУЩЕМ	37 - 39	16
	A. Потенциал совершенствования технологий использо- вания ископаемого топлива	37	16
	B. Эффективность использования ископаемых топлив с точки зрения охраны окружающей среды	38 - 39	16
VIII.	ПРЕДЛОЖЕНИЯ В ОТНОШЕНИИ ДАЛЬНЕЙШИХ ДЕЙСТВИЙ ...	40	17

І. ВВЕДЕНИЕ

1. Большая часть потребностей человечества в энергии удовлетворяется сегодня за счет ископаемых видов топлива. Применяемые сегодня методы производства и распределения энергии и масштабы потребления ресурсов подрывают на местном, региональном и глобальном уровнях способность окружающей среды к ассимиляции загрязняющих веществ. В связи с этим становится очевидной необходимость повышения эффективности использования энергии, полученной из ископаемых видов топлива, повышения экологической безопасности технологий производства энергии на основе ископаемых видов топлива и перехода к использованию видов топлива, оказывающих меньшее экологическое воздействие, например природного газа.

2. Мир располагает гарантированными запасами ископаемого топлива на период, превышающий 100 лет, поэтому принятие мер для реализации огромных возможностей повышения эффективности использования ископаемых видов топлива и обеспечения перехода к более совершенным технологиям производства энергии на основе ископаемых видов топлива и к использованию природного газа позволило бы смягчить остроту многих экологических проблем. В настоящем докладе не ставится цель провести оценку возможного влияния таких подходов на глобальные выбросы двуокиси углерода: хотя широкое применение рассматриваемых в докладе эффективных технологий и окажет позитивное воздействие в плане сокращения темпов роста выбросов двуокиси углерода, для решения этого вопроса необходимы более всеобъемлющие энергетические стратегии.

3. На протяжении примерно двух столетий глобальное потребление энергии, получаемой из первичных источников, возрастало ежегодно в среднем примерно на 2 процента, удваиваясь примерно каждые три десятилетия: в последнее время, в период с 1990 по 1996 год, оно возрастало ежегодно в среднем примерно на 1 процент (Накиченович и др., 1996 год; "Бритиш петролеум", 1997 год)¹. С 1860 года потребление энергии возросло в 34 раза - с примерно 260 млн. тонн (Мт) в нефтяном эквиваленте до 9 гигатонн (Гт) (или 9 млрд. тонн) в нефтяном эквиваленте в 1990 году, включая примерно 1,1 Гт (в нефтяном эквиваленте) таких традиционных видов энергии, как биомасса, навоз и отходы.

4. Большая часть исторического роста глобального потребления энергии из первичных источников приходится на развитые страны, что обуславливает значительные различия в потреблении энергии в различных странах мира. Население этих стран, которое составляет 25 процентов мирового населения, потребляет примерно 80 процентов производимой в мире энергии. По имеющимся оценкам, примерно 2 млрд. людей в мире еще не имеют доступа к современным службам энергообеспечения. В период с 1860 года примерно 85 процентов всей произведенной до настоящего времени энергии было использовано менее 20 процентами совокупного населения мира, в основном населением промышленно развитых стран.

5. В 1990 году 9 Гт первичной энергии (в нефтяном эквиваленте) обеспечили производство 6,4 Гт конечной энергии (в нефтяном эквиваленте), поставленной потребителям, что, по имеющимся оценкам, равно 3,3 Гт полезной энергии (в нефтяном эквиваленте) после преобразования энергии в приборах конечных потребителей. Поставка потребителям 3,3 Гт полезной энергии (в нефтяном эквиваленте) означает потерю 5,7 Гт энергии (в нефтяном эквиваленте) (Международный институт прикладного системного анализа и Всемирный энергетический совет, 1995 год; Накиченович и др., 1996 год; Джилли и др., 1995 год). Большая часть неиспользованной энергии выбрасывается в окружающую среду в виде низкотемпературного тепла, не считая некоторых потерь и отходов, связанных, например, с неполным сгоранием топлива. Таким образом, глобальная эффективность преобразования первичной энергии в конечную составляет примерно 71 процент. В электроэнергетическом секторе эффективность термодинамического преобразования составляет 32-34 процента для процессов с

одним циклом и 40-42 процента для процессов с комбинированным циклом, а показатель эффективности преобразования конечной энергии в полезную составляет, по оценкам, 52 процента. Таким образом, глобальная эффективность преобразования первичной энергии в полезную составляет 37 процентов.

6. Существующие между регионами различия в эффективности использования энергии обусловлены многими факторами: сочетанием используемых видов энергии, эндогенными ресурсами, стоимостью ресурсов, уровнем экономического развития и т.д. Ископаемые виды топлива имеют сравнительно низкие коэффициенты преобразования конечной энергии в энергию, используемую потребителем, и сравнительно высокие показатели преобразования первичной энергии в конечную. В случае электроэнергии ситуация совершенно иная. Электроэнергия имеет относительно низкие показатели преобразования первичной энергии в конечную и очень высокую эффективность использования энергии конечными потребителями. Самая высокая эффективность характерна для развивающихся стран (примерно 80 процентов) и наименьшая - для стран с переходной экономикой (69 процентов). Региональная эффективность преобразования конечной энергии в полезную находится в пределах от 30 процентов в странах с переходной экономикой до 53 процентов в странах с рыночной экономикой. Таким образом, даже самые эффективные технологии не в состоянии компенсировать энергоемкий образ жизни, характерный для богатых стран с рыночной экономикой (Накиченевич, 1993 год)².

7. В целом страны с меньшим объемом производства на душу населения, пересчитанным по рыночным курсам, имеют большую энергоемкость (потребление энергии в физических единицах на единицу валового внутреннего продукта (ВВП), чем страны с большим объемом производства на душу населения. Для стран с высокими темпами экономического роста, как правило, характерны также высокие темпы снижения энергоемкости, в то время как в странах с низкими или отрицательными показателями роста энергоемкость либо остается на прежнем уровне, либо возрастает³. Для развивающихся стран характерна также высокая доля традиционных видов энергии в общем энергопотреблении. Учет в таких расчетах только коммерческих видов энергии еще больше снижает истинную энергоемкость развивающихся стран, но в случае некоторых стран такой подход может выявить рост их энергоемкости. Даже после такой корректировки в развивающихся странах в целом четко просматривается тенденция к сокращению потребления энергии на единицу производимой продукции по мере роста ВВП на душу населения.

8. Предположения относительно будущей эффективности энергетических технологий и их экологических последствий занимают центральное место в сценариях и прогнозах, касающихся энергетики и развития экономики. Морита и Ли (1997 год) создали на основе имеющейся литературы уникальную базу данных по энергетическим сценариям и прогнозам, включающую примерно 400 различных анализов тенденций в области энергетики и экономики. Более высокие прогнозы потребностей в энергии, на 2050 и 2100 годы, соответствуют годовым темпам роста, составляющим примерно 2 процента, что полностью соответствует имеющемуся историческому опыту (Макарова и другие, 1997 год)⁴. Кроме того, многие сценарии исходят из дальнейшего роста спроса на энергию, получаемую из ископаемых видов топлива, хотя этот рост будет происходить более медленными темпами, чем рост общего спроса на энергию.

II. ЭНЕРГИЯ, ПОЛУЧАЕМАЯ ИЗ ИСКОПАЕМЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА, И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

9. Практически все топливные циклы оказывают негативное воздействие на окружающую среду. Сгорание ископаемых видов топлива является самым крупным источником атмосферного загрязнения, включая выбросы окислов серы и азота, несгоревших углеводородов, твердых частиц и окиси углерода, которые непосредственно влияют на состояние здоровья человека, а также

/...

диоксид углерода. Такое загрязнение происходит на всех стадиях циклов использования ископаемых видов топлива, начиная с добычи и заканчивая конечным потреблением, например в автомобилях и отопительных системах. Негативные последствия включают вредное воздействие на здоровье населения, несчастные случаи, загрязнение окружающей среды и глобальное изменение климата⁵.

А. Здоровье и несчастные случаи

10. Часто основные причины негативного влияния энергии, получаемой из ископаемых видов топлива, на здоровье и окружающую среду связаны с нищетой. Загрязнение воздуха как в городских, так и в сельских домах представляет все большую опасность для здоровья населения, прежде всего в развивающихся странах. Основным источником загрязнения является использование биомассы и угля в целях приготовления пищи и обогрева, при этом наибольший ущерб причиняется здоровью женщин и детей (Всемирный энергетический совет, 1995 год). Острота этой проблемы может быть значительно уменьшена путем повышения эффективности печей, используемых для приготовления пищи и обогрева. Помимо уменьшения загрязнения окружающей среды, это позволило бы сократить потребности в энергии, а также масштабы обезлесения. Однако обеспечение эффективных печей сопряжено с большими затратами; иногда этому препятствуют также факторы, связанные с существующими традициями и образом жизни; иными словами, только более глубокие социальные преобразования и прежде всего сам процесс развития могут на практике существенно смягчить остроту этой проблемы (Всемирный энергетический совет, 1995 год). Существует также опасность для здоровья рабочих, занятых в угледобыче.

11. Одной из опасностей, связанных с получением энергии из ископаемых видов топлива, помимо вреда, причиняемого здоровью населения загрязнением атмосферы, является опасность для здоровья людей, занятых в этой сфере, а также опасность повышения смертности людей, занятых на всех этапах топливного цикла. По оценкам, угольные циклы оказывают, несомненно, более сильное непосредственное и отсроченное негативное воздействие на здоровье людей, чем циклы, связанные с использованием нефти и природного газа. Люди, работающие на поверхности, значительно меньше подвержены такому негативному воздействию, чем те, кто занимается подземной добычей угля. В целом же, непосредственная опасность для здоровья населения связана главным образом с транспортными авариями и негативным влиянием загрязнения атмосферы на здоровье населения. В случае энерготранспорта это означает, что специальные энергетические инфраструктуры, например трубопроводы, существенно уменьшают ущерб, причиняемый здоровью населения циклами, связанными с использованием ископаемых видов топлива.

В. Экологические последствия на местном, региональном
и глобальном уровнях

12. Хотя для решения проблемы загрязнения воздуха в городских и сельских районах в результате использования ископаемого топлива будет необходимо применять творческие подходы и осуществлять разнообразные мероприятия, в будущем произойдет ряд общих и преимущественно структурных изменений, которые могут привести к дальнейшему сокращению масштабов загрязнения воздуха⁶. Основная посылка заключается в том, что в процессе развития основными источниками загрязнения воздуха будут становиться уже не распределенные и разнообразные мелкие потребительские источники, а более крупные предприятия преобразования энергии. Меры по уменьшению масштабов загрязнения будет дешевле и, возможно, также легче осуществлять применительно к более крупным системам преобразования энергии, таким, как электростанции (Международный институт прикладного системного анализа и Всемирный энергетический совет, 1995 год).

13. Опыт прошлого показывает, что это явление действительно имеет место. К сожалению, в отношении его последствий следует отметить, что речь уже идет не о загрязнении воздуха в помещениях или отдельных местах, а о глобальных экологических проблемах. Выброс окисей серы и азота, особенно из крупных источников, таких, как электростанции, имеет последствия регионального масштаба, такие, например, как подкисление почвы и воды, что представляет собой серьезную региональную экологическую проблему. Эту проблему усугубляет то обстоятельство, что одной из стратегий уменьшения масштабов загрязнения, которая часто применялась для решения проблемы загрязнения воздуха на местном уровне, являлась так называемая "политика высоких дымовых труб", применявшаяся в отношении электростанций, которые работают на ископаемом топливе. Кроме того, выбросы двуокиси углерода влияют на изменение глобального климата.

14. В прошлом подкисление в основном рассматривалось как проблема, с которой сталкиваются преимущественно промышленно развитые страны (Всемирный энергетический совет, 1995а). Однако во многих развивающихся странах объемы выбросов достигают весьма высоких уровней, что ведет к нанесению ущерба вследствие подкисления, особенно в ряде районов Азии и юга Африки. При сохранении нынешних тенденций масштабы выбросов двуокиси серы в Южной и Восточной Азии превысят совокупный объем выбросов в Северной Америке и Европе за два десятилетия. Если не будет принято никаких мер, широкое распространение проблем подкисления в Азии, таких, как снижение урожайности в сельском хозяйстве, - это только вопрос времени, и в некоторых районах Китая уже проявляются серьезные проблемы, связанные с выпадением кислотных дождей (Всемирный энергетический совет, 1995а). К счастью, во всем мире расширяется информированность населения о негативных экологических и связанных со здоровьем человека проблемах, обусловленных выбросами серы и различных частиц.

15. Имеются эффективные механизмы уменьшения масштабов производимых электростанциями выбросов серы и азота. Основная задача заключается в удовлетворении потребностей в средствах для финансирования таких мер по уменьшению масштабов выбросов. Использование природного газа вместо угля также будет способствовать сокращению масштабов выбросов как серы, так и азота, а также двуокиси углерода.

III. ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКОПАЕМОГО ТОПЛИВА

16. В настоящее время на основе ископаемого топлива вырабатывается примерно 75 процентов всей первичной энергии, потребляемой в мире. Наиболее распространенным видом топлива является сырая нефть, на долю которой приходится 33 процента от всех потребляемых видов топлива, за ней следует уголь и природный газ, на которые соответственно приходится 24 и 18 процентов. Геологические запасы ресурсов ископаемого топлива богаты, но исчерпаемы. Их наличие в значительной мере зависит от выбора технологии добычи.

17. Восстанавливаемые в конечном итоге месторождения нефти и природного газа являются богатыми, и ожидается, что в будущем разведанные запасы ресурсов будут увеличиваться по мере роста объема производства нефти и газа (Роджер, 1997 год; Адельман и Линч, 1997 год)⁷. Как известно, запасы угля являются еще более богатыми, и поэтому его добыча в большей степени представляет собой вопрос экономических, экологических и других соображений, а не наличия соответствующих месторождений. Запасы обычной нефти сравнительно ограничены. Значительную часть богатых месторождений углеводорода составляют уголь и нетрадиционные виды нефти и газа. Добыча и использование всех связанных с ископаемым топливом источников энергии имеют негативные экологические последствия. Так, важными предварительными условиями для использования таких видов ископаемого топлива являются повышение эффективности энергетических технологий, работающих на ископаемом топливе, и обеспечение их большего соответствия экологическим требованиям. Это имеет особо важное значение для развивающихся стран, располагающих значительными запасами угля.

IV. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ

18. Энергия, получаемая из ископаемого топлива, в большинстве случаев не используется непосредственно, а сначала преобразуется в электричество и в такие виды топлива, как бензин, топливо для реактивных двигателей, печное топливо и природный газ, которыми снабжают потребителей. Для преобразования энергии и снабжения ею конечных потребителей требуется более трети первичной энергии, получаемой из ископаемого топлива, и наибольшая часть этих потребностей связана с выработкой электроэнергии. Нынешний глобальный показатель эффективности выработки электроэнергии составляет в среднем примерно 30 процентов, а нефтепереработки - приблизительно 90 процентов. Другие виды конечного энергоснабжения домашних хозяйств, например предусматривающие использование угля и природного газа, требуют относительно незначительной обработки по сравнению с электричеством и нефтепродуктами, так что эффективность преобразования энергии сравнительно высока и колеблется в пределах от 60 до почти 90 процентов. Таким образом, по крайней мере с точки зрения эффективности, большинство важных процессов преобразования энергии происходит на нефтеперерабатывающих заводах и на электростанциях. Повышение эффективности в этих областях будет способствовать значительному сокращению общих потребностей в энергии, масштабов выбросов, а, возможно, и расходов.

19. Повышение эффективности преобразования энергии является одним из важных средств уменьшения объема потребностей в первичной энергии из расчета на одну службу энергоснабжения, а также уменьшения объемов требуемого топлива и масштабов экологических последствий на всех уровнях. К числу ключевых факторов повышения эффективности преобразования энергии относится технический прогресс в совокупности с разумной ремонтно-эксплуатационной практикой. Очистка сырой нефти, например, представляет собой энергоемкий процесс, в рамках которого в качестве источника энергии используются очистка побочных продуктов, а также приобретаемые источники энергии, такие, как электричество и природный

газ. Как отмечается, средний показатель эффективности очистки нефти составляет в странах - членах Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) примерно 90 процентов, но показатели эффективности очистки могут быть весьма различными в зависимости от вида перерабатываемой сырой нефти и от того, как спроектировано нефтеперерабатывающее предприятие: в некоторых развивающихся странах показатель эффективности может быть низким и составлять 80-85 процентов. Вместе с тем в течение последних десятилетий отмечался значительный рост этих показателей: примерно на 1 процент в год в Северной Америке и приблизительно на 1,5 процента в год в развивающихся странах. Для повышения эффективности имеются существенные резервы; согласно расчетам, к 2010 году эффективность может возрасти на 20 процентов, а к 2020 году - более чем на 30 процентов (Всемирный энергетический совет, 1995b). Вместе с тем одним из препятствий являются значительные капитальные затраты на высокоэффективные технологии для нефтеперерабатывающих заводов с комплексной схемой производства. Согласно недавнему докладу Всемирного энергетического совета (1995b), производственные расходы нефтеперерабатывающего завода, оснащенного передовой технологией, составляют в регионе примерно 70 000-90 000 долл. США за тонну. В отрасли, где периоды окупаемости инвестиций составляют приблизительно пять лет, инвестиции на цели повышения эффективности, возможно, не всегда выдерживают конкуренцию с другими альтернативными видами вложения капиталов.

20. На основе накопленного опыта можно сделать вывод, что эффективность преобразования ископаемого топлива в электроэнергию резко возросла. На сегодняшний день работающие на ископаемом топливе электростанции вырабатывают энергию за счет использования паровых и газовых турбин или путем эксплуатации обоих типов турбин в циклическом режиме и могут добиваться чистых показателей эффективности, составляющих почти 40 процентов, тогда как соответствующий показатель наиболее эффективно действующих парогазовых установок, использующих природный газ, достигает более чем 50 процентов. Эффективность была достигнута за счет повышения эффективности преобразования энергии путем использования новых технологий, перехода от угля к природному газу и использования вместо паровых двигателей турбин и парогазовых установок. Еще одним фактором повышения эффективности является эффект масштаба. Эффективность преобразования энергии примерно за 90 лет возросла в 10 раз, то есть соответствующий показатель составляет примерно 2,5 процента в год.

21. Принимаемые в настоящее время в технической сфере меры в целях повышения эффективности включают введение в эксплуатацию парогазовых и газовых электростанций и электростанций, работающих на угле, со сверхкритическими паровыми циклами. В то же время задачи охраны окружающей среды часто обуславливают необходимость в установке дополнительных систем очистки отработанных газов от таких загрязняющих веществ, как сера и оксиды азота, а в будущем, возможно, и угольных газоочистителей. Благодаря недавней разработке и монтажу новой электростанции удалось как повысить эффективность работы, так и сократить масштабы выбросов (превышающие показатели, непосредственно связанные с КПД). Например, значительному сокращению большинства выбросов способствуют комбинированный цикл интегрированной газификации (КЦИГ), технологии горения в псевдоожиженном слое под давлением и топливные элементы, что частично или полностью устраняет необходимость в дополнительных природоохранных мероприятиях.

А. Более экологически чистые технологии преобразования
ископаемого топлива

1. Природный газ и газопаровой цикл

22. В настоящее время большинство рентабельных и экологически безопасных электростанций, работающих на ископаемом топливе, - это электростанции, использующие газопаровые установки на природном газе. Наиболее эффективные из имеющихся сегодня на рынке электростанций достигают показателя преобразования в размере 95 процентов и показателя чистой эффективности в размере 52 процентов. Ожидается, что в течение нескольких лет показатели эффективности повысятся еще на несколько процентных пунктов. Использование газопаровой технологии позволяет преодолеть неуверенность относительно будущих приоритетных направлений экологической политики, а также представляет собой эффективную в финансовом отношении и связанную с наименьшим риском стратегию инвестиционной деятельности. Собственно говоря, на промышленное использование газопаровой технологии влияют три фактора: а) наличие недорогого природного газа или нефтяного топлива, б) осуществление экологической политики, предписывающей обеспечивать более низкий уровень выбросов, и с) относительно низкие капитальные затраты.

2. Более чистые и эффективные технологии, основанные
на использовании угля

23. Еще одним средством достижения высоких показателей эффективности преобразования топлива и низких уровней выбросов является использование угля в сочетании с газопаровой технологией. По существу, в процессе применения большинства чистых технологий, основанных на использовании угля, наряду с газовыми турбинами используются уголь или содержащие уголь виды топлива (Баджура и Уэбб, 1991 год). Экологически чистые технологии, основанные на использовании угля, подразделяются на несколько категорий: технологии, основанные на экологически чистых процессах сжигания, таких, как процесс сжигания в псевдооживленном слое под давлением; технологии газификации угля и сжигания синтезированного газа в газопаровой турбине; технологии, предусматривающие использование турбин, работающих непосредственно на угле или на преобразованном угле; технологии, предусматривающие использование топливных турбин и турбин, работающих на чистом кислороде; магнетогидродинамические генераторы (МГД-генераторы); технологии, основанные на использовании углесодержащих топливных элементов, и технологии, основанные на принципе выделения водорода из угля (процесс обработки углеводорода). Технологии, основанные на сжигании в псевдооживленном слое под давлением, и такие комплексные системы, как системы комбинированного цикла интегрированной газификации, либо уже введены в эксплуатацию, либо быстро приближаются к этапу выхода на коммерческий рынок. Системы, в основе которых лежит принцип непосредственного сжигания угля, находятся на этапе разработки опытных образцов. На этом же этапе находится и процесс разработки технологий, предусматривающих применение топливных элементов, тогда как разработка МГД-генератора и процесс обработки углеводорода находятся на этапе уточнения концепции.

В. Сопоставление экологически чистых технологий
использования ископаемых видов топлива

24. В таблице представлена обобщенная информация относительно характерных особенностей экологически чистых технологий использования ископаемых видов топлива, которые, вероятно, будут способствовать повышению эффективности энергосбережения в течение следующих десятилетий и уменьшению экологических последствий на всех уровнях, а также представительная оценка экономических и технических характеристик этих технологий. К сожалению, в научной литературе имеется весьма незначительное число источников действительно сопоставимых данных.

25. Несомненно, характеристики работающих на природном газе электростанций с комбинированным циклом и традиционных электростанций, работающих на угле, могут варьироваться на разных предприятиях в связи со многими различными факторами, и представленные показатели, отражающие затраты и функционирование таких объектов, носят ориентировочный характер. Иная ситуация с технологиями, которые все еще разрабатываются. Вероятные характеристики таких электростанций невозможно предугадать с какой-либо долей уверенности, причем особенно уместительный характер носят стоимостные показатели. Они приводятся с целью дать представление о порядке величин, однако не вызывает сомнений, что они могут радикально измениться к моменту, когда такие электростанции можно будет приобретать на коммерческой основе.

26. В таблице представлены ориентировочные капитальные, неизменные и переменные затраты, связанные с использованием экологически чистых технологий сжигания ископаемых видов топлива, многие из которых все еще находятся на этапе разработки; эти ориентировочные показатели указывают на то, что затраты на производство электроэнергии будут колебаться в диапазоне от 3 до более 6 центов за киловатт-час. Самые низкие расходы связаны с производством электроэнергии на электростанциях с комбинированным циклом, работающих на природном газе. Расходы на производство электроэнергии приводятся как с учетом стоимости топлива, так и без его учета. Стоимость топлива, указанная из расчета закупочной цены 50 долл. США за тонну угля (54 долл. США/киловатт-год) и 2,5 долл. США за миллион британских тепловых единиц (75 долл. США/киловатт-год) природного газа, включая транспортные расходы, причем вновь следует подчеркнуть элемент неуверенности, неизбежно сопутствующий таким расчетам. Фактически некоторые значительные дополнительные капитальные затраты, связанные с внедрением экологически чистых технологий использования ископаемых видов топлива, компенсируются разницей в стоимости топлива (Международное агентство по атомной энергии, 1991 год). Использование технологий, требующих более высоких капитальных затрат, как правило, позволяет снизить расходы на топливо. Более низкие капитальные затраты, характерные для технологий комбинированного цикла, увеличивают финансовую гибкость электроэнергетических компаний, которые при мобилизации капитала могут предлагать условия, способные конкурировать с другими инвестиционными возможностями. Это также свидетельствует о наличии некоторых экономических преимуществ технологий комбинированного цикла в нынешних рыночных условиях.

27. Термический КПД современных электростанций, работающих на ископаемых видах топлива, превышает 40 процентов, а при применении топливных элементов превышает 55 процентов (будущие топливные элементы могут иметь КПД свыше 60 процентов (Международное агентство по атомной энергии, 1991 год), что позволит реально удвоить нынешнюю среднюю эффективность производства электроэнергии). Нынешняя средняя эффективность теплоэлектростанций, работающих на угле, в странах ОЭСР достигает почти 39 процентов, приближаясь к КПД современных угольных электростанций обычного типа. В противоположность этим показателям общемировая средняя эффективность угольных электростанций составляет примерно 33 процента, что почти на 20 процентов ниже, чем КПД взятой для сравнения электростанции обычного типа. Поскольку

доля современных электростанций на рынке электроэнергии растет, имеется значительный потенциал повышения средней эффективности его производства.

28. Некоторые передовые конструкции угольных электростанций приближаются к коммерческой зрелости. По сравнению с нынешней средней общемировой эффективностью угольных электростанций такие конструкции способны обеспечить увеличение эффективности почти на 40 процентов, что также приведет к резкому уменьшению выбросов в атмосферу твердых частиц, окисей серы и азота и уменьшению почти на 40 процентов выбросов двуокиси углерода. Повышение КПД является весьма эффективным методом уменьшения экологических последствий использования энергии на всех уровнях, включая выбросы двуокиси серы, окисей азота и двуокиси углерода, без обязательного увеличения стоимости электроэнергии.

29. Сопоставительная оценка передовых технологий производства электроэнергии из ископаемых видов топлива указывает на то, что наиболее эффективным с точки зрения расходов вариантом в настоящее время с учетом широкого спектра различных местных и региональных условий является применение работающих на природном газе электростанций с комбинированным циклом. Эта ситуация будет достаточно устойчивой на протяжении некоторого времени. Предполагается, что внедрение большинства других передовых технологий будет сопряжено с более высокими капитальными затратами, однако в некоторых случаях может иметь место уменьшение функции масштаба. Тем не менее, когда в наличии имеется природный газ, именно он является предпочтительным энергоносителем в сочетании с технологией комбинированного цикла. При больших масштабах, т.е. при мощности свыше 500 мегаватт одним из жизнеспособных вариантов может стать применение комбинированной системы, сочетающей технологии комбинированного цикла производства электроэнергии из предварительно газифицированного угля и магнетогидродинамики. Кроме того, из всех ископаемых энергоносителей природный газ оказывает наименьшее воздействие на окружающую среду: связанные с ним выбросы двуокиси серы являются минимальными, выбросы окиси азота можно контролировать, а выбросы двуокиси углерода меньше, чем при использовании любых других ископаемых видов топлива. Основная проблема состоит в утечке метана, который является сильнодействующим парниковым газом. К счастью, утечки на газопроводах удерживаются на низком уровне - в первую очередь из соображений безопасности, а другие источники метана можно эффективно контролировать. Несомненно, во многих районах мира проблемой является нехватка природного газа, обусловленная скудостью или неразработанностью национальных источников энергии или отсутствием возможности импорта или надлежащей транспортной и распределительной инфраструктуры.

Характеристики экологически чистых технологий получения электроэнергии из ископаемых видов топлива

(Ориентировочные расходы в долл. США по курсу 1990 года)

Система	Единицы измерения ^а	Обычный уголь	СПСД, уголь	КЦПЭПУ, уголь	УТПД, уголь	УТНД, уголь	Комбинированный цикл, природный газ
Мощность	МВт	400	400	1 250	200	200	400
Капитальные затраты	долл. США/кВт.ч	1 300	1 750	1 350	2 100	1 430	650
Неизменные Р/М расходы	долл. США/ кВт/год	36,4	56	37,8	71,4	30	16,3
Переменные Р/Э расходы	долл. США/ кВт/год _э	42,9	26,3	27,2	30,7	25,4	5,9
КПД	%	38,8	45	44,3	43,2	51,7	52,6
Используемое топливо	БТЕ/кВт.ч _э	8 800	7 600	7 700	7 900	6 600	6 490
Стоимость топлива	долл. США/ГДж	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,4
Срок эксплуатации	Лет	35	30	35	30	35	35
Коэффициент нагрузки	%/год	80	80	80	70	75	80
Расходы (исключая топливо)	долл. США/	0,0229	0,0291	0,0218	0,04	0,0196	0,0094
Общие затраты на производство электроэнергии	долл. США/кВт _э	0,0468	0,0486	0,0415	0,0608	0,0368	0,0265
Выброс соединений углерода	кгУ/кВт.ч _э	0,232	0,2	0,203	0,208	0,174	0,109

Система	Единицы измерения ^а	МГД, уголь	ТЭРК, уголь	ТЭРК, природный газ	ТЭТО, уголь	ТЭТО, природный газ
Мощность	МВт	150	650	200	165	165
Капитальные затраты	долл. США/кВт.ч	2 600	1 650	1 150	1 240	860
Неизменные Р/М расходы	долл. США/кВт/год	78	16,5	15	12,4	11,2
Переменные Р/Э расходы	долл. США/кВт/год _э	87,6	92	87,6	78,8	74,5
КПД	%	55	50,5	52,9	49,7	54,2
Используемое топливо	БТЕ/кВт.ч _э	6 200	6 750	6 450	6 860	6 300
Стоимость топлива	долл. США/ГДж	2,05	2,05	2,4	2,05	2,4
Срок эксплуатации	Лет	30	30	30	30	30
Коэффициент нагрузки	%/год	70	75	75	75	75
Технологические затраты (исключая топливо)	долл. США/кВт _э	0,0535	0,0313	0,025	0,0246	0,0197
Общие затраты на производство электроэнергии	долл. США/кВт _э	0,0769	0,0564	0,0153	0,0484	0,0442
Выброс соединений углерода	кгУ/кВт.ч _э	0,163	0,178	0,108	0,181	0,106

Примечание: УТПД = угольные турбины прямого действия

СПСД = сжигание псевдосжиженного слоя под давлением

ТЭТО = топливные элементы из твердых окислов

УТНД = угольные турбины непрямого действия

ТЭРК = топливные элементы из расплавленного карбоната

О/Р = оперативно-ремонтные

КЦПЭПГУ = комбинированный цикл производства электроэнергии из предварительно газифицированного угля

МГД = магнитогидродинамика

^а МВт = мегаватт; кВт.ч = киловатт/час; БТЕ = британская тепловая единица; ГДж = гига/джоуль; КГУ = килограмм углерода; э = эффективная система.

V. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И КОНЕЧНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ

30. Структура конечного потребления энергии имеет ключевое значение для общей эффективности применения энергии ископаемых видов топлива от источника до предоставления услуг. Цель преобразования энергии в первичной форме в энергию в окончательной форме состоит в облегчении эффективного и удобного пользования и уменьшении экологических последствий конечного применения энергии. По сути дела, эффективность использования энергии в конечной форме может иметь более важное значение для общей эффективности полного топливного цикла, чем эффективность использования самих энергоносителей. Очевидно, что технология конечного пользования, например в автомобилях, неразрывно связана с конкретными видами топлива. Чаще всего такие технологии ограничивают возможности гибкого перехода от одного источника энергии в первичной форме и вида ископаемого топлива к другому. Поэтому вопрос состоит в том, какое сочетание технологий конечного потребления и связанных с ними циклов применения ископаемых видов топлива может обеспечить полный спектр необходимых энергетических услуг в будущем при максимально возможной общей эффективности, экономичности и малом экологическом воздействии. На основе оценки эффективности, общих затрат и выбросов углекислого газа, характерных для нескольких видов конечного применения и соответствующих циклов использования ископаемых видов топлива, становится очевидно, что электроэнергия является предпочтительной конечной формой энергии в плане сочетания различных ископаемых видов топлива с различными (стабильными) технологиями конечного пользования⁸.

31. Поскольку топливные циклы зависят от спроса на энергетические услуги, следует уделять внимание повышению эффективности функционирования устройств, потребляющих электроэнергию. Таким образом, управление электропотреблением со стороны потребителя и другие меры по повышению эффективности и снижению стоимости потребления энергии имеют по меньшей мере такое же важное значение, как и совершенствование производства энергии. Наличие широких возможностей в области управления электропотреблением со стороны потребителя и повышения эффективности потребления обуславливает правомерность вопроса о том, почему эти возможности остаются по сути дела нереализованными. Несомненно, существуют препятствия, особенно в развивающихся странах, связанные с целым спектром затруднений при выходе на рынок, политикой ценообразования, трудностями институционального характера, отсутствием информированности потребителей, существующими структурами стимулирования, доступом к кредитам и инфраструктурными проблемами. Нынешние подходы не обеспечивают адекватного решения этих вопросов.

VI. СТРАТЕГИИ В ТЕХНИЧЕСКОЙ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОБЛАСТЯХ

A. Изменения в технической области и освоение передовых технологий

32. Высокие темпы технического прогресса в энергетическом секторе являются предпосылкой удовлетворения высоких требований в отношении увеличения числа и повышения качества услуг в области энергетики и в то же время значительного снижения соответствующих расходов и смягчения неблагоприятных последствий применения многих технологических операций. Тем не менее за прошедшее десятилетие в странах ОЭСР государственные ассигнования на цели проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ сократились на одну треть; другими словами, доля ВВП, выделяемая на эти цели, в процентном выражении сократилась вдвое (Уотсон и другие, 1996 год). К счастью, в энергетическом секторе развитие технологий требует относительно скромных капиталовложений в области научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Некоторые передовые технологии, связанные с ископаемым топливом,

являются маломасштабными и не очень сложными, а это означает, что их можно эффективно осваивать при относительно скромных инвестициях.

33. Программы исследований, разработок и испытаний необходимы, однако их недостаточно для вывода новых технологий на рынок. Необходимы также коммерческие демонстрационные проекты и программы, осуществляемые в реальных экономических и организационных условиях для стимулирования спроса на новые технологии на рынках. Как усилия в области научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, так и деятельность в области коммерческой демонстрации и внедрения, особенно на узкоспециализированных рынках, требуют реализации скоординированных инициатив как частным, так и государственным секторами, а также ряда мер и стратегий в области маркетинга и регулирования.

В. Другие стратегии и меры в области ископаемого топлива

34. Маловероятно, что распространение экологически чистых и эффективных технологий получения энергии из ископаемого топлива (речь не идет о совершенствовании технологических процессов, сопровождающих естественную замену амортизируемого основного капитала) будет иметь место в энергетической системе в отсутствие надлежащих документов и мер в области политики.

35. Нехватка капитала, особенно в развивающихся странах и некоторых странах с переходной экономикой, является одним из серьезных препятствий в деле внедрения передовых технологий в области энергетики. Кроме этого, помимо потребностей, связанных с этими технологиями, существуют другие потребности в области развития, на удовлетворение которых также необходимо расходовать имеющийся в наличии ограниченный капитал. Тем не менее многие варианты развития в области энергетики могли бы предполагать разработку передовых технологий на местном уровне, ведущую к формированию на местах новой инфраструктуры и созданию новых рабочих мест. Даже в промышленно развитых странах капитал, используемый для финансирования развития технологий в области энергетики, может давать меньшую отдачу, чем в контексте других вариантов инвестирования. Меры, призванные сделать технологии в области энергоснабжения и преобразования энергии более привлекательными на рынке, помогли бы разрешить некоторые трудности в области финансирования путем снижения степени риска, обеспечения большей определенности и сокращения объема необходимого начального капитала. К числу других полезных мер относятся ускоренная амортизация, предоставление займов на цели обеспечения начального капитала и предоставление субсидий на льготных условиях.

36. Устранение препятствий организационного характера также является одним из весьма важных шагов в деле привлечения частного сектора к развитию передовых технологий. Реформа в области регулирования и дерегулирование (ликвидация монополии производителей, создание сетей передачи и распределения) позволяют многим маломасштабным и независимым энергетическим предприятиям получать доступ к энергосистеме и повышать свою конкурентоспособность. Стандартизация оборудования в целях содействия подключению к энергосистеме также улучшила бы положение дел в плане внедрения новых технологий.

VII. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКОПАЕМОГО ТОПЛИВА В БУДУЩЕМ

А. Потенциал совершенствования технологий использования ископаемого топлива

37. Результаты многочисленных исследований свидетельствуют о том, что повышения эффективности использования энергии на 10-30 процентов по сравнению с нынешними уровнями во многих частях мира можно добиться при совершенно минимальных издержках производства за счет изменений в технической области и совершенствования практических методов управления в течение следующих двух-трех десятилетий (Уотсон и другие, 1996а). Замена в кратчайшие сроки нынешней энергетической системы наилучшими имеющимися технологиями привела бы к общему повышению эффективности примерно на 60 процентов, даже если не учитывать наиболее передовые технологии, которые еще не используются на коммерческой основе. На осуществление таких преобразований ушло бы 70 лет, если бы темпы продвижения вперед, как и раньше, составляли 1 процент в год. Тем не менее за 50-100 лет вся система энергоснабжения будет заменена по крайней мере дважды. Таким образом, технически возможно добиться серьезных улучшений в рамках такой системы при обычном по временным параметрам режиме инвестирования в целях замены объектов инфраструктуры и оборудования по мере того, как они изнашиваются или становятся устаревшими. Более высокие темпы прогресса, конечно же, возможны, если будут реализовываться надлежащие стратегии ускорения технологических преобразований в рамках систем, основанных на ископаемом топливе.

В. Эффективность использования ископаемых топлив с точки зрения
охраны окружающей среды

38. Потенциал снижения уровня эмиссии в определенной степени пропорционально сопоставим с повышением эффективности использования энергии. Однако потенциал сокращения уровня эмиссии выше, если принять во внимание факторы контроля за этим уровнем. При применении более совершенных технологий в отношении одного и того же ископаемого топлива, повышение эффективности означает снижение расходов на топливо, что зачастую может компенсировать несколько более высокие потребности в капитале. Эти технологические усовершенствования могут привести к значительным дополнительным выгодам, таким, как сокращение эмиссий других загрязнителей (например, двуокиси серы, окиси азота и различных частиц). Например, в период с 1990 по 1994 годы в Западной Европе и в странах с переходной экономикой уровни эмиссии сократились примерно на 24 процента в результате продолжения применения мер по сокращению уровня выбросов серы или экономического спада и сокращения потребления угля, соответственно (Грюблер, 1997 год). И наоборот, за этот же период уровни выбросов в Азии значительно увеличились, а в Китае, например, они увеличились на 22 процента (Грюблер, 1977 год).

39. По худшему сценарию, уровень выбросов двуокиси серы возрастет в пять раз, а по наиболее оптимистичному сценарию, он сократится на одну треть по сравнению с нынешними уровнями. Если учитывать возможные сценарии и основываться на показателях уровня выбросов серы, можно говорить о том, что в следующем веке степень содержания серы в энергетическом секторе резко уменьшится, частично благодаря тому, что в рамках энергетической системы будет сокращаться применение богатых серой видов угля, и частично благодаря общему повышению эффективности использования энергии. Глобальные прогнозы в отношении выбросов двуокиси углерода можно также подготовить на основе целого ряда сценариев, включенных в базу данных, разработанную Моритой и Ли (1997). По худшему из сценариев, уровень эмиссии двуокиси углерода повысится в 10 раз, а по наиболее оптимистичному прогнозу такая эмиссия будет полностью ликвидирована, а это означает, что либо объем выбросов составит к 2100 году 40 кубических гигатонн, либо эти выбросы будут вообще ликвидированы, причем медианная величина составляет примерно 15 кубических гигатонн. Ожидается, что уровни выбросов как серы, так и углерода, обусловленных экономической деятельностью и деятельностью энергетического сектора, сократятся.

VIII. ПРЕДЛОЖЕНИЯ В ОТНОШЕНИИ ДАЛЬНЕЙШИХ ДЕЙСТВИЙ

/...

40. Следует разрабатывать надлежащие стратегии в поддержку деятельности в области научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а в дополнение к этим стратегиям должны осуществляться другие меры по содействию эффективному развитию энергетики на основе экологически чистых технологий с учетом весьма различных условий в организационной, социальной, экономической, технической областях и в области природных ресурсов в различных странах и регионах. Подобные стратегии должны охватывать рыночные механизмы, такие, как предоставление субсидий, взимание налогов за пользование энергией и за загрязнение окружающей среды, и регулирующие меры, такие, как установление стандартов и кодексов, связанных с эмиссией загрязняющих веществ в атмосферу или качеством топлива, а также добровольно заключаемые соглашения с предприятиями.

Справочная литература

Adelman, M.A., and M.C. Lynch (1997). Fixed view of resources limits creates undue pessimism. Oil and Gas Journal (7 April), pp. 56-60.

Bajura, R.A., and H.A. Webb (1991). The marriage of gas turbines and coal. Mechanical Engineering Journal (September), pp. 58-88.

British Petroleum (1997). BP Statistical Review of World Energy 1997. London.

Gilli, P.-V., N. Nakićenović and R. Kurz (1995). First- and second-law efficiencies of the global and regional energy system. Proceedings of the World Energy Council Sixteen Congress, Tokyo (8-13 October), pp. 229-248.

Grübler, A. (1997). Sulfur emissions in IPCC scenarios. Paper presented at a workshop on climate change impacts and integrated assessment (4-15 August), Snowmass, United States of America.

Hall, D.O. (1991). Biomass energy. Energy Policy, vol. 19, No. 8, pp. 711-737.

International Atomic Energy Agency (1991). Key issues papers. Senior expert symposium on electricity and the environment, Helsinki (13-17 May).

International Institute for Applied Systems Analysis and World Energy Council (1995). Global energy perspectives to 2050 and beyond. London.

MacGregor, P.R., C.E. Maslak and H.G. Stoll (1991). The Market Outlook for Integrated Gasification Combined Cycle Technology. Schenectady, United States of America: General Electric Company.

Makarova, N., N. Nakićenović and A. Johnson (1997). Review of Global Emissions Scenarios. Forthcoming.

Morita, T. and H.-C. Lee (1997). Development of an emissions scenario database for simulations conducted since 1994 and a preliminary analysis using the database. Paper presented at a workshop on climate change impacts and integrated assessment (4-15 August), Snowmass, United States of America.

Nakićenović, N., ed. (1993). Long-term strategies for mitigating global warming. The International Journal, special issue on energy, vol. 18, No. 5.

_____, A. Gröbler, H. Ishitani, T. Johansson, G. Marland, J.R. Moreira and H.-H. Rogner (1996). Energy primer. In R. Watson, M.C. Zinyowera and R.H. Moss, eds., Climate Change 1995: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change, Scientific-Technical Analysis. Cambridge University Press.

Rogner, H.-H. (1997). An assessment of world hydrocarbon resources. Annual Review of Energy and the Environment, No. 22, pp. 217-262.

Watson R., et al (1996b). Technologies, Policies and Measures for Mitigating of Climate Change, Intergovernmental Panel on Climate Change Technical Paper, No. 1. Geneva.

World Energy Council (1995b). Local and regional energy-related environmental issues. London.

_____ (1995). Energy efficiency improvement utilizing high technology: an assessment of energy use in industry and buildings. London.

Примечания

¹ В 90-х годах экономические преобразования в республиках бывшего СССР и восточноевропейских странах привели к значительному сокращению потребления ими энергии.

² Природный газ и электричество имеют наивысший коэффициент полезного действия с точки зрения преобразования энергии; самый низкий такой коэффициент характерен для биомассы и составляет 17 процентов на международном уровне и лишь 12 процентов в странах с переходной экономикой и развивающихся странах.

³ Показатели энергоёмкости являются различными, если ВВП оценивается на основе рыночных обменных ставок, а не на основе паритетов покупательной способности. Показатели энергоёмкости в развивающихся странах намного ниже, когда параметры экономической деятельности определяются на основе паритетов покупательной способности, что повышает ценность экономической деятельности, поскольку эти страны имеют относительно низкие уровни цен, в результате чего сокращаются измеряемые показатели энергоёмкости.

⁴ В абсолютном выражении потребности в первичной энергии, как ожидается, будут варьироваться от 7 гигатонн нефтяного эквивалента в 2000 году (что меньше, чем уровень 1990 года, составлявший 9 гигатонн нефтяного эквивалента) до почти 80 гигатонн нефтяного эквивалента в 2100 году. В контексте большинства сценариев предполагаются уровни потребления в пределах между 14 и 32 гигатоннами нефтяного эквивалента или примерно в 1,5-3,5 раз выше, чем уровни потребления 1990 года.

⁵ Преобразование ископаемого топлива в целях получения энергии является одной из основных причин загрязнения воздуха в целом. Последствия как для здоровья людей, так и для качества окружающей среды, обусловленные функционированием энергетического сектора, можно разбить на две главные категории, основываясь на лежащих в их основе причинах (Всемирный энергетический совет, 1995a; Международный институт прикладного системного анализа и Всемирный энергетический совет, 1995). Первую категорию можно назвать "последствия загрязнения из-за бедности"; она включает много факторов риска для здоровья, таких, как высокие уровни загрязнения в помещениях, обезлесение и высокую концентрацию конкретных

загрязняющих веществ в окружающей среде в городах. Вторую категорию можно назвать "последствия современного загрязнения"; они обусловлены эксплуатацией большого количества автотранспортных средств и производством электроэнергии из низкокачественного угля, в результате чего в городах отмечается высокая концентрация загрязняющих воздух веществ.

⁶ Во-первых, весьма важно повысить коэффициент полезного действия устройств конечного потребления энергии, что позволило бы как экономно расходовать ограниченные запасы энергии из традиционных источников, таких, как топливная древесина, так и снижать уровень загрязнения воздуха. Во-вторых, не менее важны структурные преобразования, позволяющие отойти от традиционных схем конечного потребления энергии и ее традиционных форм и перейти к более эффективным современным технологиям преобразования энергии и более экологически чистым ее формам. И в-третьих, необходимо в долгосрочной перспективе обеспечить оказание услуг в области энергоснабжения на основе использования чистых и зависящих от конкретного вида энергосистемы топлив.

⁷ По нынешним оценкам, глобальные запасы ископаемого топлива составляют более 1000 гигатонн нефтяного эквивалента. Теоретически этого количества будет достаточно более чем на 130 лет при сохранении нынешнего уровня глобального потребления энергии (9 гигатонн нефтяного эквивалента в 1990 году), и оно в пять раз больше, общего количества ископаемого топлива, потребленного во всем мире с 1860 года (Накиченович и другие, 1996). На долю угля приходится более половины всех запасов ископаемого топлива. По нынешним оценкам, объем ископаемого и других видов топлива гораздо больше, однако о них нельзя говорить с той же уверенностью, что и об уже точно установленных запасах. Глобальная база ресурсов составляет почти 4000 гигатонн нефтяного эквивалента, а запасы других видов топлива составляют более 20 000 гигатонн нефтяного эквивалента, главным образом в форме гидратов газа. Таким образом, ископаемое топливо в изобилии присутствует в мире, и выявленных запасов, вероятно, хватит более, чем на столетие, а с учетом научно-технического прогресса в области добычи ископаемого топлива, и на много последующих столетий.

⁸ Оценка показателей эффективности, общей суммы затрат и эмиссии двуокиси углерода по ряду репрезентативных приборов конечного потребления энергии и альтернативных им циклов преобразований ископаемого топлива приводится в полном докладе; примеры охватывают нагревание атмосферы и воды, комбинированное производство энергии, электроприборы и холодильное оборудование, освещение, автомобили, пассажирская авиация и железнодорожный транспорт.
