

ДЕПАРТАМЕНТ ПО МЕЖДУНАРОДНЫМ ЭКОНОМИЧЕСКИМ И СОЦИАЛЬНЫМ ВОПРОСАМ  
СТАТИСТИЧЕСКОЕ БЮРО

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ      Серия F № 29

**КОНЦЕПЦИИ И МЕТОДЫ  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ  
В СВЯЗИ С РАСЧЕТОМ  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

Технический доклад



**ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ**  
**Нью-Йорк-1983**

#### **ПРИМЕЧАНИЕ**

Условные обозначения документов Организации Объединенных Наций состоят из прописных букв и цифр. Когда такое обозначение встречается в тексте, оно служит указанием на соответствующий документ Организации Объединенных Наций.

#### **Общая оговорка**

Употребляемые обозначения и изложение материала в настоящем издании не означает выражения со стороны Секретариата Организации Объединенных Наций какого-либо мнения относительно правового статуса страны, территории, города или района или их властей, или относительно делимитации их границ.

ST/ESA/STAT/SER.F/29

**ИЗДАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ**

В продаже под № R.82.XVII.13

# СОДЕРЖАНИЕ

	<u>Пункты</u>	<u>Стр.</u>
РЕЗЮМЕ И РЕКОМЕНДАЦИИ		v
Пояснительные примечания		xiv
I. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ПРОЧАЯ СТАТИСТИКА		
А. Некоторые важные различия .....	I	I
В. Перенос акцентов после 1973 года .....	5	3
С. Энергетический анализ: новая область исследований .....	8	4
Д. Обследования использования топлива .....	10	6
Е. Новые источники энергии .....	11	6
Ф. Энергетические модели .....	12	7
Г. Проблема суммирования .....	13	7
Н. Энергетические балансы .....	16	8
1. Цели и охват настоящего руководства.....	20	9
II. ОСНОВОПОЛАГАЮЩИЕ ИДЕИ		
А. Значения понятия "энергия" .....	26	12
В. Значения понятия "статистика" .....	34	16
С. Зачем нужна энергетическая статистика?	36	17
Д. Соотношение "затраты/выгоды" в отношении энергетических данных .....	39	19
Е. Качество данных .....	41	19
Ф. Важнейшие характеристики энергетических балансов .....	44	20
III. ГРАНИЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ		
А. Общие положения .....	50	24
В. Границы системы .....	52	24
1. Энергетические и неэнергетические потоки .....	52	24
2. Коммерческие и некоммерческие источники энергии .....	55	25

	<u>Пункты</u>	<u>Стр.</u>
3. Энергетические и другие отрасли промышленности .....	63	29
4. Производство и распределение энергии .....	66	30
C. Границы между потоками и запасами .....	70	32
1. Производство и отходы .....	70	32
2. Добыча и запасы .....	79	34
3. Запасы, потребление и отходы .....	81	35
IV. УРОВНИ УЧЕТА И УЧЕТНЫЕ ЕДИНИЦЫ		
A. Общие положения .....	86	37
B. Затраты первичной энергии на удовлетворение конечного спроса .....	88	37
C. Затраты первичной энергии на производство электроэнергии на атомных и гидравлических электростанциях .....	93	40
1. Производство электроэнергии на атомных электростанциях .....	93	40
2. Гидромеханическая энергия .....	100	43
D. Затраты первичной энергии на возобновляемые источники энергии .....	106	45
E. Энергия животных и человека .....	116	48
F. Затраты первичного топлива для целей торговли .....	122	50
1. Видимая торговля энергией .....	123	50
2. Невидимая торговля энергией .....	128	52
G. Высшая и низшая теплотворная способность .....	131	53
H. Учетные единицы .....	136	55
1. Общие положения .....	136	55
2. Тонны угольного эквивалента (ТУЭ) ...	143	57
3. Тонны нефтяного эквивалента (ТНЭ) ...	146	59
4. Прочие учетные единицы .....	153	60
У. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ БАЛАНСЫ		
A. Общие положения .....	158	62
B. Альтернативные формы балансов .....	161	63



	<u>Пункты</u>	<u>Стр.</u>
С. Взгляд назад: балансы нисходящего типа	I70	68
1. Запасы .....	I7I	69
2. Экспорт и бункеровка .....	I79	72
3. Преобразование .....	I82	73
4. Одновременное производство тепла и электроэнергии .....	I88	75
5. Неэнергетическое использование .....	I93	77
6. Конечные потребители .....	I95	78
7. Первоначальные единицы и общие учетные единицы .....	I97	78
8. Теплотворная способность топлива ....	203	80
9. Агрегация источников энергии .....	204	80
10. Ядерная энергия .....	218	91
11. Гидромеханическая и геотермальная энергия .....	224	94
12. Учет первичной электроэнергии .....	231	95
Д. Взгляд вперед: балансы восходящего типа	238	100
Е. Многоцелевой баланс .....	251	107
Ф. Прочие проблемы балансов .....	260	113
1. Двойной подсчет .....	260	113
2. Производство электроэнергии на гидро- аккумулирующих электростанциях ....	261	113
3. Нефтепродукты, возвращаемые на нефте- перегонные заводы .....	265	116
4. Первоначальные единицы и общие единицы	266	116
5. Коэффициенты пересчета .....	268	117
6. Число знаков .....	269	117
7. Матрицы и временные ряды .....	271	118
У1. КЛАССИФИКАЦИИ		
А. Общие положения .....	274	120
В. Нынешняя трактовка понятия "энергия" ...	279	121

	<u>Пункты</u>	<u>Стр.</u>
С. Конечное потребление энергии .....	287	I24
I. Полезная энергия .....	288	I24
2. Конечное потребление по видам целево- го назначения .....	293	I26
VII. ПРОЧАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА		
A. Общие положения .....	307	I32
B. Балансы за более короткие промежутки времени и региональные балансы .....	309	I32
C. Энергетические балансы и таблицы "затра- ты-выпуск" .....	311	I33
D. Терминология национальных счетов .....	314	I34
E. Производные статистические данные .....	316	I35
F. Схемы .....	318	I35
G. Энергия и окружающая среда .....	322	I36
H. Междисциплинарное сотрудничество .....	323	I37
ПРИЛОЖЕНИЯ		
I. Одновременное производство тепла и электроэнер- гии и проблемы измерений .....		I38
II. Ядерный топливный цикл .....		I44
III. Учет и отчетность в области ядерных материалов ...		I49
IV. Основные международные классификации .....		I55
V. Энергия в классификациях НАСЕ/НИПРО .....		I56
VI. Накопление исходных данных .....		I81
VII. Взаимосвязь между некоторыми энергетическими терминами .....		I86
VIII. Энергетические балансы для развивающихся стран ...		I88
БИБЛИОГРАФИЯ .....		I91

## РЕЗЮМЕ И РЕКОМЕНДАЦИИ

В настоящем докладе дается обзор существующей национальной и международной практики в области энергетической статистики в свете серьезного переноса акцента с производства на потребление энергии после событий 1973 года. Особое внимание уделяется статистическим проблемам, связанным с некоммерческими источниками энергии и статистическими потребностями менее развитых стран. В семи главах документа последовательно рассматриваются характер энергетической статистики и виды политических проблем, для решения которых она необходима, концептуальные и методологические вопросы, вытекающие из этих проблем, разнообразные возможные условия, которые можно было бы принять, чтобы ответить на некоторые такие вопросы, ключевая роль общих количественных энергетических балансов, желаемые характеристики таких балансов, независимо от того, используются ли они для анализа прошлой деятельности или для обоснованных раздумий о будущем, классификация проблем, выдвигаемых энергетической статистикой, взаимосвязь между ее данными и другими видами экономической статистики, а также основы учета и отчетности.

Глава I касается аналогий и различий между энергетической статистикой и другими видами статистики, и в ней проводятся некоторые параллели с сельским хозяйством. В обеих этих областях исследования кризис физических поставок привел к появлению статистических новшеств, особенно в области разработки основ физического учета, в рамках которых различные формы энергии питания или другой энергии могут выражаться в единых учетных единицах. Перенос акцента с поставок как таковых на использование имеющихся запасов и перспектива появления новых источников энергии ставят новые задачи перед работниками энергетической статистики. Энергетический анализ, энергетические модели и обследования использования топлива приводятся в качестве примеров новых аналитических подходов к проблемам экономики энергетики.

В главе II обрисованы свойства энергии и разнообразие физических форм ее накопления, прежде чем она предоставляется для потребления в качестве источника тепла, света или движущей силы. Далее в главе рассматриваются различные уровни измерения от "первичной энергии" на стадии производства к "вторичной энергии" на стадии ее преобразования и далее к "поставляемой энергии" на стадии конечного потребления, а также важные данные, которые должны включаться в общий энергетический баланс. Рассматривается также необходимость учета затрат и выгод при сборе данных и вопрос о качестве данных.

В главе III исследуются два типа граничных проблем. Первый касается энергетической системы, о которой предстоит собирать и анализировать статистические данные, и охватывает граничные области между энергетическими и неэнергетическими товарами, между коммерческими и некоммерческими потоками энергии и между энергетическими и

/...

неэнергетическими отраслями промышленности. Второй тип проблем касается границ между определенными потоками и запасами, особенно между производством и отходами (имеются в виду возможные новшества в технологии сжигания твердого топлива и проблема газовых факелов), между производством и запасами (имеется в виду реинжекция газа) и между потреблением, отходами и запасами (имеется в виду частичный распад ядерного топлива).

В главе IV более подробно исследуются некоторые проблемы уровней учета и отчетности и учетных единиц, особенно применение концепции "эквивалента первичной энергии" к таким понятиям, как "конечное потребление", электроэнергия, вырабатываемая атомными электростанциями, и гидроэлектрическая энергия, возобновляемые источники энергии (ветровая, геотермальная и энергия биомассы) и внешняя торговля как видимыми, так и невидимыми формами энергии. В главе исследуется вопрос о том, следует ли выражать различные источники энергии в единой учетной единице на основе высшей или низшей теплотворной способности, а затем обсуждаются характер и трудности приведения различных типов источников энергии (уголь, нефть, газ, электричество) к единой учетной единице (например, к тонне нефтяного эквивалента или к джоулю); далее дается краткий обзор применяемых учетных и иллюстративных единиц.

В главе V дается обзор тридцати различных энергетических балансов, составляемых в настоящее время национальными правительствами, научно-исследовательскими институтами, международными организациями и исследовательскими органами, а также основными международными нефтяными компаниями. Большинство этих балансов используется для анализа данных за прошлые годы, однако некоторые из них используются как исходная база для составления прогнозов на будущие годы или десятилетия. Несмотря на большое разнообразие отраженных в них структур, все эти балансы обладают общими характеристиками. В главе исследуются преимущества и недостатки различных структур и анализируется взаимосвязь между различными структурами, подходящими для "взгляда назад" и "взгляда вперед". Выдвигается предложение о принятии в международном плане многоцелевой системы учета, которую по мере возможности предлагается принять также и на национальном уровне. Рекомендуемая система может носить в высшей степени деагрегированный характер для более развитых стран и может быть свернута в более агрегированную форму для менее развитых стран без изменения ее основной структуры.

В главе VI рассматривается трактовка энергии в существующих стандартных международных классификациях товаров (МСКТУ, НИПРО), торговли (МСТК, НИМЕКСЕ) и отраслевой деятельности (МСОК, НАСЕ), а также в более агрегированных классификациях экономических категорий (СНС и ОЭК). Подчеркивается необходимость сгруппировать все энергетические отрасли и товары, а также разработать унифицированную

номенклатуру нефтепродуктов. Далее в этой главе рассматриваются возможности разработки классификации конечных видов потребления энергии не только по потребителям, но и по целям в качестве переходного этапа к измерению четвертого уровня потоков энергии, а именно "полезной теплоты". Предлагается структура, в рамках которой может учитываться регенерация тепла и каскадирование температуры.

В главе VII рассматриваются возможности составления энергетических балансов за периоды менее года и по районам, меньшим чем вся страна, а также говорится о желательности публикации дополнительной информации, например процентных показателей, темпов изменений и схем. Дается обзор взаимосвязи между концепциями и терминологией энергетических балансов, таблиц "затраты-выпуск" и национальных счетов, а также подчеркивается необходимость ясности. Глава заканчивается призывом к постоянным консультациям и активному сотрудничеству между всеми заинтересованными сторонами, будь то производители или потребители данных энергетической статистики.

Доклад завершается восемью приложениями по некоторым вопросам, носящим более технический характер.

### Рекомендации

В приведенном выше резюме было отмечено, что рекомендации в докладе делаются по мере того, как содержащаяся в тексте аргументация логически ведет к той или иной рекомендации. В нижеследующем перечне порядок рекомендаций изменен, с тем чтобы сгруппировать вместе те рекомендации, которые относятся к одной и той же широкой тематической области.

#### Концепции и терминология

- 1) Термин первичная энергия следует использовать для обозначения тех источников энергии, которые требуют лишь добычи или улавливания с учетом или без учета их отделения от сопутствующей породы, очистки или сортировки, прежде чем энергия, воплощенная в этих источниках, может быть преобразована в тепло или механическую работу (пункт 29; см. также рекомендацию I6, ниже).
- 2) Термин вторичная энергия следует использовать для обозначения всех источников энергии, которые являются результатом преобразования первичных источников. Термин топливо следует использовать только в том случае, если речь идет об источниках энергии, будь то первичной или вторичной, которые должны быть подвергнуты сжиганию или ядерному делению для высвобождения содержащейся в них энергии в целях ее использования (пункт 29).

- 3) Импорт, экспорт и изменения запасов вторичной энергии следует трактовать в энергетическом балансе так же, как и изменения в поставках и использовании первичной энергии. Эти потоки вторичной энергии следует называть эквивалентами первичной энергии. Бункеровку следует трактовать таким же образом, т.е. как часть потоков "эквивалентов первичной энергии" (пункт 30).
- 29) Во избежание возможной путаницы в значении терминов "конечный" (и "промежуточный") в национальных счетах, таблицах "затраты-выпуск" и в других экономических анализах, с одной стороны, и в энергетических балансах, с другой, в таблицах и текстах, которые касаются потоков, связанных с энергопреобразующими отраслями и/или с конечными потребителями энергии, следует всегда разъяснять, что понимается под термином "конечный" (и "промежуточный", если этот термин используется) (пункт 315).

#### Охват энергетического баланса

- 7) а) Общий энергетический баланс должен охватывать все потоки энергии, включая так называемые "некоммерческие источники". Охват этих источников должен быть как можно более широким. Когда известно, что такие источники играют важную роль, но о них имеется мало данных, следует предпринять такие меры, как проведение выборочных обследований, для улучшения количества и качества данных;
- б) собственное производство электроэнергии с одновременным производством тепла или без него следует рассматривать как часть сектора преобразования энергии;
- с) собственное производство гидроэлектроэнергии в промышленности следует рассматривать как первичное производство электроэнергии;
- д) производство пара или горячей воды путем сжигания промышленных отходов или городского мусора, либо за счет экзотермического или другого тепла, регенерированного в промышленности, следует регистрировать как первичное производство.
- е) каждый метод производства электроэнергии, вносящий значительный вклад в общие поставки электроэнергии, следует отображать в отдельной строке энергетического баланса (пункт 62).
- 6) Энергетические балансы должны охватывать все поставки и виды использования источников первичной и вторичной энергии, ясно отображая неэнергетическое использование таких источников (пункт 54; см. также рекомендацию 8, ниже).

- 8) а) Энергетические балансы должны охватывать только всю ту углеводородную продукцию, которая указана в перечне, отраженном в балансовой таблице или прилагаемом к ней (глава У);
- б) проблемы определения и сбора более полных данных о валовых и чистых потоках энергии между нефтеперегонными заводами, с одной стороны, и нефтехимическими предприятиями, с другой, следует исследовать более полно. Вспомогательные таблицы, прилагаемые к общему энергетическому балансу, должны полезным образом и как можно более полно отображать по крайней мере важнейшие потоки побочных энергетических продуктов (и регенерированного тепла) в рамках основных отраслей химической промышленности (пункт 65; см. также рекомендацию 6, выше).
- I3) Энергетический баланс должен отражать все потоки на каждом уровне, которые могут быть адекватным образом зарегистрированы на основании существующих данных, с тем чтобы взаимосвязь между поступлением первичной энергии на преобразование, выходом вторичной энергии после преобразования и потерями в ходе преобразования нашли четкое отображение. Для некоторых целей полезны в качестве дополнительных статистических данных сведения об источниках вторичной энергии, поставленных конечным потребителям энергии в виде эквивалента затрат первичного топлива, однако оценка его может оказаться затруднительной в связи с отсутствием достаточных данных (пункт 92).
- 27) Национальным и международным статистическим учреждениям следует рассмотреть вопрос о публикации оценок количеств полезной энергии, потребленных каждым сектором конечного потребления. Такие оценки должны сопровождаться подробными данными об использовании методологии (пункт 292).

Затраты первичной энергии на производство электроэнергии на атомных и гидравлических электростанциях и установках по использованию возобновляемых форм энергии

- I4) Затраты первичной энергии на производство электрической энергии на атомных электростанциях в принципе должны определяться как количество тепла, высвобожденное реакторами за отчетный период. На практике это может быть заменено расчетной величиной, получаемой путем деления количества выработанной на атомных электростанциях энергии на средний коэффициент полезного действия (КПД) всех атомных электростанций (пункт 99).
- I5) Затраты первичной энергии на производство гидроэлектроэнергии следует определять как энергетическое содержание самой электроэнергии. Энергетический эквивалент ископаемых видов топлива следует регистрировать в качестве дополнительного показателя,

используя для простоты либо средний тепловой КПД всех традиционных тепловых электростанций в соответствующей стране, либо стандартный КПД в размере, скажем, 35% (пункт I05).

- I6) Первичную энергию, получаемую из так называемых возобновляемых источников энергии, следует определить следующим образом, применяя это определение к выходу энергии на первой стадии процесса ее улавливания, дающего измеримую продукцию в виде тепловой, электрической или механической энергии:

Солнечная энергия:	Биомасса	Выход тепла в ферментационной, дистилляционной или сжигающей установке
--------------------	----------	--

	Фотоэлемент	Выход электроэнергии
--	-------------	----------------------

	Прочие собирающие устройства	Выход тепла из установки
--	------------------------------	--------------------------

Энергия воды и воздуха:

Выход механической, тепловой или электрической энергии

Геотермальная и океаническая термальная энергия:

Выход тепла из улавливающей установки.

Экономистам и инженерам, работающим в области КПД преобразования с использованием этих методов, может потребоваться, кроме того, оценка "потенциально регенерируемой энергии", которая может быть уловлена (пункт II4).

#### Импорт и экспорт

- I7) Импорт и экспорт вторичных источников энергии следует регистрировать для целей общего энергетического баланса в виде энергетического содержания топлива (или электроэнергии), которое фактически пересекает национальные границы. Если необходим более детальный анализ доли первичной энергии во внешней торговле, такой анализ может быть сделан, однако он должен представлять собой дополнение к общему энергетическому балансу, а не являться его частью. Торговлю неэнергетическими продуктами, полученными из источников первичной энергии (например, смазочными веществами, сажей, электродами), следует отражать в основном энергетическом балансе (пункт I27).



- I3) Международная торговля овеществленной энергией представляет собой подходящую тему для детальной оценки энергетических проблем. Однако общий энергетический баланс должен составляться в первую очередь на основе лишь видимой торговли источниками энергии в числе других потоков (пункт I30).

Учетные единицы и коэффициенты пересчета

- 25) В наименованиях колонок таблиц энергетических балансов должны содержаться средние коэффициенты пересчета по каждому источнику энергии (обеспечивающие выражение первоначальных единиц, содержащихся в данной колонке (или под ней), в общих учетных единицах, применяемых в балансе). Такие средние коэффициенты должны сопровождаться в сносках или в прилагаемом тексте четким описанием способов и этапов пересчета, которые неадекватно определяются средними коэффициентами (пункт 268).
- 5) Национальные и международные статистические учреждения, а также органы, их консультирующие или выполняющие работы в их интересах, должны всегда четко указывать учетные или иллюстративные единицы, применяемые в публикуемых анализах. Следует также указывать коэффициенты и способы пересчета первоначальных физических единиц в избранную общую учетную единицу или единицы, либо указывать легко доступные опубликованные источники, в которых можно найти эти единицы. Следует также ясно указывать, определены ли энергетические единицы на основе высшей или низшей теплотворной способности (пункт 48; см. также рекомендации I9 и 20, ниже).
- I9) При выражении энергетического содержания первичных и вторичных ископаемых источников энергии в единых энергетических учетных единицах следует отдать предпочтение использованию низшей теплотворной способности (НТС) перед высшей теплотворной способностью (ВТС). В случае, если появится практическая возможность рекуперации значительной части разницы между ВТС и НТС из выхлопных газов, и эта возможность будет близка к воплощению в действительность, необходимо будет пересмотреть эту рекомендацию (пункт I35).
- 20) Ввиду того, что джоуль и кратные ему единицы, получаемые путем возведения в нужную степень основания, равного  $10^3$ , является единственной энергетической единицей в системе СИ, международным и национальным статистическим учреждениям следует рассмотреть вопрос о том, чтобы принять джоуль (1 джоуль = 0,239 калории) в качестве строгой учетной единицы для энергетических балансов. Тонны нефтяного эквивалента (ТНЭ) (1 ТНЭ =  $10^7$  ккал НТС) и/или тонны угольного эквивалента (ТУЭ) (1 ТУЭ =  $7 \times 10^6$  ккал НТС) могут использоваться в качестве дополнительных иллюстративных единиц. Во всех случаях использования последних их следует четко выражать в джоулях и ясно описывать способы пересчета первоначальных данных в ТНЭ или ТУЭ (пункт I57).

/...

Точность данных

- 4) Национальным международным статистическим учреждениям следует серьезно рассмотреть вопрос об оценке чувствительности каждой основной совокупности, опубликованной в их энергетической статистике, к ошибкам порядка  $\pm 5$  или 10% в наименее надежных компонентах таких совокупностей (пункт 43).
- 24) Всегда следует ясно указывать взаимосвязь между данными в первоначальных единицах, используемых для энергетического баланса, и данными, публикуемыми в обычных статистических материалах по каждой энергетической отрасли (пункт 267).

Структура и классификация энергетических балансов

- 21) Общие энергетические балансы должны быть построены в матричной форме и обладать следующими характеристиками:

В колонках показываются источники энергии (энергетические товары)

В строках показываются потоки от мест происхождения энергии к местам ее использования (сделки в области энергии)

Отдельные субматрицы показывают соответственно:

- а) поставки первичных источников и их эквиваленты;
  - б) затраты на преобразование энергии (с отрицательным знаком) и выход энергии (с положительным знаком); потери при преобразовании в колонке "итого" (с отрицательным знаком); собственное потребление энергетическими отраслями; потери при передаче энергии на расстояние и прочие потери;
  - с) конечное потребление (пункт 253).
- 26) Следует изучить существующие классификации и определения сырых углеводородов и их производных продуктов с целью установления согласованного международного комплекса обозначений, групп и определений (пункт 286).
- 28) Национальным статистическим учреждениям следует рассмотреть вопрос о построении анализов конечного потребления энергии, подобных тому, который показан в таблице, приведенной после пункта 306.

Охват конкретных потоков

- 9) В публикуемых энергетических балансах, будь то по отдельным источникам энергии или по всем источникам энергии, отображаемым в единой таблице, следует всегда четко указывать, представляют ли потоки производство, поставки, получение или потребление, а при отображении движения (и уровней) запасов следует ясно указывать, включают ли они запасы производителей, импортеров, энергопреобразующих предприятий, распределительных компаний и конечных потребителей (пункт 69).
- 10) Производство угля следует определять как добычу из залежей минус пустая порода и высевки плюс извлечения из отвалов (пункт 76).
- 11) Вся добыча попутного газа должна рассматриваться как часть добычи газа, причем должна быть отражена та его часть, которая сжигается в факелах. Таким образом, изменения в продукции при добыче нефти и газа не покажут "шагового изменения", когда меняется использование части газа. По аналогии в энергетическом балансе следует отражать все производство коксового и доменного газа, а количества, теряемые в качестве отходов, следует показывать в графе потерь (пункт 78).
- 12) Всю добычу газа, как осуществляемую попутно с добычей сырой нефти, так и не связанную с нефтедобычей, следует отражать отдельно от газа, инжектируемого в скважины на газо- и нефтеразработках. Если инжектированный газ в дальнейшем извлекается вторично, его следует рассматривать как добытый впервые (пункт 80).
- 22) При составлении энергетического баланса производство электроэнергии с использованием водохранилищ гидроаккумулирующих электростанций не следует добавлять к электроэнергии, произведенной другими методами (поскольку последняя уже включает электроэнергию, которая перераспределяется во времени путем использования накопленных запасов из водохранилищ). Разницу между затратами энергии и выходом энергетической продукции в результате перекачки воды в аккумулирующее водохранилище следует рассматривать как часть собственного потребления электроэнергетической отрасли (пункт 264).
- 23) Материалы, возвращаемые на нефтеперегонные заводы, должны учитываться как затраты энергии на переработку, даже если такие материалы ранее были учтены как продукция нефтепереработки. Топливо, затрачиваемое на переработку нефти, также следует учитывать и как часть продукции, и как часть собственного потребления (пункт 265).

## ПОЯСНИТЕЛЬНЫЕ ПРИМЕЧАНИЯ

Тонны (т) означают метрические тонны, если не указано иное.

Помимо сокращений, касающихся систем классификации, которые приведены в приложении IV, использовались следующие сокращения:

АСЦ	Австрийское статистическое управление
АХИ	Австрийский хозяйственный институт
ВЭК	Всемирная энергетическая конференция
ЕЭК	Европейская экономическая комиссия
ИЭЖЭ	Экономический и юридический институт энергетики, Франция
ИЭЭ	Институт экономики энергии, Япония
КБП	Конфедерация британской промышленности
МИТ	Министерство промышленности и торговли, Италия
МСПРЭ	Международный союз по производству и распределению электроэнергии
МФИПИ	Международная федерация институтов прикладных исследований
МЭА	Международное энергетическое агентство
НУЭР	Национальное управление экономического развития
ОЭСР	Организация экономического сотрудничества и разви- тия
СБЭС	Статистическое бюро европейских сообществ
СЕРЕН	Центр региональных исследований по экономике энергетики, Франция
СИ	Международная система единиц СИ
СЭВ	Совет Экономической Взаимопомощи
ФЭА	Федеральное энергетическое агентство
ЭНИ	Национальная организация по углеводороду, Италия

/...

ЭРТ

Научно-исследовательская группа по вопросам  
энергетики

Были использованы также следующие технические и специальные сокращения:

БТЕ	британская тепловая единица
ВТС	вышая теплотворная способность
ГВт-ч	гигаватт-час
ГДж	гигаджоуль
Дж	джоуль
кВт-ч	киловатт/час
кг	килограмм
кг-U	килограмм содержания активного урана
кг-U + кг-U <sub>235</sub>	килограмм содержания активного урана или активного урана-235
кг-Th	килограмм содержания активного тория
кг-Pu + кг-Pu <sub>239.241</sub>	килограмм активного плутония или активного плутония-239.241
ккал	килокалория
КПД	коэффициент полезного действия
ЛВР	легководный реактор
м <sup>3</sup>	кубический метр
м <sup>3</sup> + ккал	кубический метр или килокалория
МДж	мегаджоуль
н.в.д.к.	не включено в другие категории
НТС	низшая теплотворная способность
РБН	реактор на быстрых нейтронах

/...

т	тонна
TBR	тяжеловодный реактор
ТДж	тераджоуль
Ткал	теракалория
т + ккал	тонна или теракалория
т-U	тонна содержания активного урана
т-Th	тонна содержания активного тория
тНЭ	тонна нефтяного эквивалента
туЭ	тонна угольного эквивалента
тЭЦ	теплоэлектроцентраль (одновременное производство тепла и электроэнергии)
ЭДж	эксаджоуль

Примечание. Настоящий доклад первоначально был подготовлен для Статистического бюро Департамента по международным экономическим и социальным вопросам Секретариата Организации Объединенных Наций и был обсужден на заседании Группы экспертов по вопросам классификации и измерений в области энергетической статистики, состоявшемся в Нью-Йорке 6-14 марта 1978 года. С тех пор текст был пересмотрен с учетом согласованных рекомендаций указанной Группы и для включения в него более поздней информации и данных о возобновляемых источниках энергии, энергии животных и человека и энергетических балансах для развивающихся стран.

## I. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ПРОЧАЯ СТАТИСТИКА

### A. Некоторые важные различия

I. Энергетическая статистика на первый взгляд может показаться лишь одним из разделов обширной экономической статистики, который аналогичен другим разделам, охватывающим статистику по таким темам, как сельское хозяйство, черная металлургия, транспорт, торговля и рабочая сила. На самом деле энергетическая статистика обладает своими собственными, особыми характеристиками, которые лишь частично являются общими с другими разделами экономических данных. Если многие отрасли сбывают свою продукцию почти всем другим отраслям экономики, то лишь немногие, такие как химическая, металлообрабатывающая, бумажная и полиграфическая промышленность, а также энергетические отрасли взятые вместе поставляют свою основную продукцию каждой из всех прочих отраслей, равно как и всем категориям конечных потребителей с точки зрения национальных счетов (см. главу II). Характеристики продукции энергетической промышленности более разнообразны, чем компоненты продукции любой другой промышленной отрасли, за исключением химической: она включает твердые вещества, жидкости, газы и электроэнергию, и ее единственной общей чертой является то, что все ее виды способны давать тепло. Они значительно различаются между собой в отношении удобства их использования для производства не только тепла, но и света или движущей силы. Они также во многом различны по простоте хранения, транспортировки, контроля и использования. Их можно преобразовать один в другой в некоторых направлениях, но только ценой значительных затрат. В краткосрочном плане они могут в различной степени заменять друг друга, в зависимости от характера их применения и от наличия оборудования, способного обеспечить их использование. Количество энергии, заключенной в данном источнике энергии, которое может быть эффективно преобразовано в полезное тепло или работу, зависит от КПД устройства, машины или процесса преобразования, причем этот КПД преобразования во многом различен для различных видов использования и может различаться при одном и том же виде использования в зависимости от потребителя. В некотором отношении производство и потребление энергии имеет больше сходства с сельским хозяйством, чем с каким-либо другим видом экономической деятельности. Во многих развивающихся странах и в той, и в другой области производство для собственного потребления вне рынка имеет больше значения, чем потоки, проходящие через рынок. Энергетические товары (например, дрова, водная энергия) могут быть нетипичными для стран с преобладанием рыночной экономики, однако получаемая от них энергия, обычно в виде тепла или механической силы, в иных условиях могла бы быть получена, скажем, из угля или нефти. Энергопроизводящие отрасли могут также производить некоторую неэнергетическую продукцию, которую необходимо учитывать при изучении этих отраслей.

2. Если взять обрабатывающую промышленность в целом, то производство любого данного вида продукции обычно сосредоточено в очень небольшом числе отраслей, причем эти отрасли, как правило, определяются в зависимости от характеристик их основной продукции. В энергетическом секторе один конкретный вид продукции (электроэнергия) производится в значительных масштабах как "вторичный продукт" широкого ряда отраслей, помимо той, где она производится как "основной продукт" (а именно, отрасли, производящей электроэнергию для общего пользования). Значительная часть этой электроэнергии "собственного производства" используется в пределах тех отраслей, в рамках которых она произведена, однако часть ее также продается промышленности по производству электроэнергии для общего пользования. Далее, значительная часть этого "собственного производства" в промышленности осуществляется в системах одновременного производства тепла и электроэнергии (которые обеспечивают снабжение электроэнергией и регенерированным паром одновременно). Большая часть пара используется в пределах отрасли, где он производится, однако небольшие количества могут продаваться близлежащим предприятиям других отраслей или использоваться для обогрева жилья. Иногда поставки тепла для промышленного процесса производятся за счет отводимого тепла более высокотемпературного процесса на том же предприятии, и тем самым сокращается общее количество закупаемой энергии. В некоторых отраслях, как в развитых, так и в развивающихся странах, пар или тепло генерируются за счет сжигания отходов производственного процесса (например древесных отходов, багассы). Такая энергопроизводящая деятельность вне энергетических отраслей в узком понимании этого слова выдвигает проблемы определения границ энергетической системы, подлежащей охвату энергетической статистикой. Эта проблема еще более усложняется тем, что тепло, производимое в результате экзотермических реакций в химической промышленности, может утилизироваться и использоваться для производства пара или для других целей. Такое тепло представляет собой вторичную энергетическую продукцию, получаемую из неэнергетического химического сырья.

3. Энергетическая статистика сопряжена более непосредственно, чем многие другие разделы экономических данных, с широким диапазоном концептуальных проблем, лишь немногие из которых встречаются в большинстве других разделов. Энергетическая статистика имеет много общего с национальными счетами. Часто, как это покажет дальнейшее обсуждение вопросов в настоящем документе, нет прямого и единственно правильного ответа на вопрос о том, как измерить то или иное количество или как суммировать два или более запаса или потока. Часто имеется необходимость принять приемлемое договорное условие, касающееся того, каким образом следует решать ту или иную проблему. Иногда бывают далеко не ясны сравнительные преимущества двух или более альтернативных решений. В некоторых случаях может даже оказаться желательным принять одновременно два договорных условия, даже если эта процедура приведет к появлению двух различных



частных или общих суммарных итогов, включающих две различные базы обработки одного или более показателей в ходе анализа.

4. Еще одно положение, которое вытекает из обсуждения энергетической статистики и имеет более широкое значение, заключается в важности понимания концептуальных принципов, которые следует применять к отдельным случаям, чтобы обеспечить последовательность во всех случаях, признавая в то же время — как и в других областях анализа, — что количественное выражение отказа от строгого применения требуемого принципа может оказаться пренебрежимо малым. Тем не менее в таких случаях важно осознать тот факт, что при этом принимается решение не применять тот или иной принцип.

#### В. Перенос акцентов после 1973 года

5. За последние 25 лет меняющаяся структура поставок различных источников энергии, особенно угля, нефти и природного газа, а также вызванные этим перемены в структуре потребления этих различных источников энергии в сочетании с взаимодействием между спросом и предложением привели к серьезному изменению масштабов и характера национальных энергетических отраслей и международной торговли различными видами топлива. Неудивительно, что масштабы, охват и степень развития энергетической статистики в различных странах были во многом неодинаковы. Энергетическая статистика обычно начинается в виде независимых комплексов данных, необходимых для управления определенными энергопроизводящими отраслями. Статистика электроэнергетики, а до последнего времени и статистика газа, производимого на газовых заводах, приводили к стиранию граней между видами топлива в статистическом плане, поскольку в каждой отрасли требовалось два или более исходных материала для производства данного конкретного источника энергии. Однако в то же время ввиду длительности сроков, необходимых для строительства новой электростанции или нового нефтеперерабатывающего завода, с одной стороны, и ввиду производства большего количества электроэнергии или нефтепродуктов с другой, а также в связи с длительностью срока эксплуатации таких сооружений после окончания строительства решения о производстве таких капиталовложений по необходимости требовали попыток прогнозировать будущий спрос на энергию в целом и рыночную долю продукции той отрасли, в которую предусматривалось вложение капиталов. Тем не менее, если не считать этих инвестиционных решений, до энергетического кризиса 1973 года проявлялось относительно мало интереса в национальном или международном плане I/ к каким-либо другим детальным статистическим данным, с помощью которых увязывались бы различные формы энергии между собой, прослеживался бы путь снабжения энергией от мест производства или импорта через дальнейшее преобразование энергии в ее производные формы и далее до мест конечного потребления первичных или производных форм энергии.

I/ Исключением из правила является интерес к ним, проявленный СБЕС (Люксембург), а в дальнейшем ОЭСР, при подготовке документа "Энергетические перспективы вплоть до 1985 года" (1975).

/...

6. События 1973 года, приведшие к резкому падению поставок нефти и десятикратному увеличению цен на сырую нефть, неожиданно повлекли за собой совершенно новый интерес к нефти в контексте энергии в целом. Вопросы, требующие немедленного ответа, заключались в следующем: насколько важна нефть? Каково прямое и косвенное воздействие повышения цен на нефть на цены различных видов промышленной продукции <sup>2/</sup>? В какой мере можно улучшить или уменьшить использование всех видов топлива, с тем чтобы в числе других видов требовалось импортировать меньше нефти? Каковы перспективы запасов нефти в традиционных районах нефтедобычи и каковы экономические факторы разведки и добычи в районах, ранее не рассматривавшихся как потенциальный источник сырой нефти? Какое влияние могут оказать огромные суммы необходимых для этого капиталовложений на рынки капитала и структуру компаний? Какие исследования и разработки будут наиболее целесообразны в поисках альтернативных, не нефтяных источников энергии? Каковы экономические и технологические препятствия к улавливанию части энергии ветра, волн, приливов и солнечных лучей? Какими темпами следует эксплуатировать открытые новые запасы нефти на континентальном шельфе северо-западной Европы? Какими темпами следует эксплуатировать существующие и строить новые угольные шахты? Какой вклад в общее энергоснабжение может или должен быть сделан путем производства электроэнергии на атомных электростанциях?

7. С ростом интереса к тому, в течение скольких лет или десятилетий можно будет полагаться на существующие невозобновляемые источники энергии, и по мере того как все больше внимания уделяется необходимости изыскания альтернативных источников энергии и исследования способов лучшего использования источников энергии, имеющих в настоящее время, произошел резкий перенос интереса специалистов по энергетическому анализу и лиц, занимающихся разработкой энергетической политики, с проблем конкретных энергетических отраслей на проблемы оценки будущих перспектив в отношении поставок энергии и использования всех видов энергии вместе взятых. Этот переход от интереса к каждому виду топлива в отдельности к интересу к топливу в целом сопровождался заметным переносом акцента с вопросов снабжения топливом на вопросы различных видов использования топлива.

### С. Энергетический анализ: новая область исследований

8. Несколько стран (например, Нидерланды, Норвегия и Польша) в течение некоторого времени проявляют активный интерес к энергетическому содержанию продукции обрабатывающей промышленности в качестве одного из видов статистических исходных данных для принятия решений в области управления промышленностью. Обстановка, создавшаяся в мировой энергетике после 1973 года, привела к появлению интереса к тому, что получило название "энергетического анализа". Деятельность

---

<sup>2/</sup> См., например, документ НУЭР (NEDO) (1974a) и (1975).

в этой области, проводимая инженерами, экономистами, физиками и статистиками, была настолько активной, что в 1974 году Международная федерация институтов прикладных исследований (МФИПИ) провела специальный семинар 3/ с целью достичь согласия по вопросу о концепциях и терминологии. Второй семинар 4/ был созван годом позже с целью более полно исследовать взаимосвязь энергетического анализа с экономикой, в частности вопросы измерения эффективности и интеграции "энергетической" информации с экономической информацией о биохимических взаимосвязях.

9. Энергетический анализ преследует цель проследить и количественно выразить не только легко выявляемые и измеримые прямые затраты энергии на тот или иной процесс или производство того или иного продукта, но и производимые ранее косвенные затраты энергии. Последние могут быть определены с растущей широтой охвата, начиная от энергии, использованной при добыче, транспортировке и переработке источников энергии, используемых в данном процессе. Этот охват может быть расширен и включать все соответствующие затраты энергии, необходимые для поставок сырья и других неэнергетических исходных факторов производства для данного процесса. Этот охват может быть расширен еще больше и включать затраты энергии на капитальное оборудование, используемое в данном процессе и в отраслях, обеспечивающих предоставление капиталов, а также энергетическое содержание импортируемых и экспортируемых товаров. Этот тип анализа может начинаться либо с учета ранее произведенных затрат энергии на производство данного продукта или на данный процесс 5/, либо с преобразования в количественные единицы оценок денежной стоимости прямых и косвенных вкладов энергии в многочисленные товары или отрасли путем использования в качестве исходного пункта базовых данных из таблиц "затраты-выпуск" 6/. Практическая ценность такого рода анализов обсуждалась неоднократно 7/, однако интерес к этому навряд ли ослабнет.

---

3/ См. МФИПИ (IFIAS) (1974).

4/ Там же (1975).

5/ См., например, НУЭР (NEDO) (1974), Charman, Leach and Slessor (1974) и Sroczynski and Szpilewicz (1977).

6/ См. Wright (1974) и (1975), Bullard and Herendeen (1975), ЕЭК (1976), Центральное статистическое бюро Нидерландов (1976) и Longva (1977).

7/ См. Leach (1975), Webb and Pearce (1975) и Common (1975).

#### Д. Обследования использования топлива

Ю. Вторая область интенсивной аналитической и статистической деятельности заключается в исследовании использования энергии в зависимости от цели (например, отопление, освещение, движущая сила) на уровне установки или предприятия, включая коммерческие, общественные и жилые здания. Энергетические отрасли в некоторых странах были, разумеется, заинтересованы в прогнозировании целесообразности расширения продажи устройств, которые обеспечили бы использование их конкретного энергоносителя. В некоторых странах проводятся регулярные обследования находящихся в пользовании приборов и аппаратов, однако систематические обследования использования топлива по целевому назначению являются делом необычным. Обследования использования топлива или ревизии энергопотребления такого рода ранее предпринимались редко ввиду высокой стоимости сбора данных по сравнению с ограниченными (в денежном выражении) масштабами экономии топлива, к которому они могли бы привести, и к ограниченному интересу к такой экономии до 1975 года. Теперь, однако, они играют значительную роль в ряде стран 8/.

#### Е. Новые источники энергии

II. Пожалуй, наиболее важным событием, порожденным нефтяным кризисом 1973 года, явилось то внимание, которое уделяется сейчас новым или возобновляемым источникам энергии. В историческом плане эти источники — солнечные лучи, ветер, приливы и волны, горячие скальные породы под поверхностью земли — старее ископаемого топлива (возможно, они являются современниками атомов, которые сам человек сейчас расщепляет с помощью ядерного деления и надеется создать с помощью ядерного синтеза). Значительные усилия прилагаются для изыскания путей сокращения дальнейшего истребления лесов на топливо. Коровий навоз целесообразнее использовать в качестве удобрения, чем в качестве сухого топлива для отопления и приготовления пищи. Альтернативные источники энергии могут быть более эффективными, чем печи, работающие на дровах и древесном угле. Сушка урожая и переработка пищевых продуктов может в растущей мере осуществляться путем использования тепла и механической энергии, получаемых с помощью солнечных, гидравлических или ветровых устройств с использованием или без использования электричества в качестве промежуточной стадии. В Бразилии имеется программа выращивания сахарного тростника и маниоки как сырья для производства спирта, используемого в составе горючего для транспортных средств. В Фиджи проводятся исследования возможности использования переработанного кокосового масла в качестве заменителя дизельного топлива. В Мексике имеются планы использования насосов, приводимых в действие солнечной энергией, для орошения районов, которые в настоящее время

---

8/ См. БЖК (СВТ) (1975) и Министерство энергетики Соединенного Королевства (1976) и (1977).

непригодны для сельского хозяйства. В статистическом плане эти новые источники выдвигают ряд концептуальных и практических проблем, которые будут рассмотрены в данном документе ниже.

#### Ф. Энергетические модели

12. В течение последних десяти лет растущее число национальных и международных правительственных и других учреждений занималось разработкой и использованием математических моделей систем энергоснабжения и потребления энергии в качестве основы для оценки возможного воздействия различных энергетических ситуаций на предложение, спрос и цену каждого основного источника энергии, а также целесообразности различных форм производства электроэнергии и их возможного влияния на другие формы энергоснабжения и потребления энергии. Для правительств и других органов, связанных с этими проблемами, все большее значение приобретает возможность сравнивать результаты различных исследований и оценок, особенно на международном уровне. Различные исследователи могут, естественно, исходить из разных предположений, однако базовые данные и условия в принципе должны быть одинаковыми при проведении всех таких работ. Такая согласованность базовых данных означает не только внутреннюю согласованность данных в рамках какого-то одного учетного документа, касающегося поставок и потребления какого-то одного конкретного источника энергии, но и согласованности между различными топливными учетными документами в рамках любой одной страны (например таким образом, чтобы графа расхода угля и нефтепродуктов на производство электроэнергии совпадала со статьей прихода этих двух типов топлива, используемых в электроэнергетической промышленности за соответствующий отчетный период). Во-вторых, требуется согласованность во времени в отношении данных по любой конкретной стране и, кроме того, необходима согласованность в отчетности разных стран, как в какой-то один момент времени, так и на протяжении всего времени. Эта необходимость как внутренней, так и внешней согласованности данных касается, разумеется, и энергетической статистики, охватывающей более одного источника энергии для всех аналитических целей, причем не только в отношении моделей общего типа, о которых говорилось выше.

#### Г. Проблема суммирования

13. Несмотря на весьма разнообразные характеристики твердых, жидких, газообразных и электрических источников энергии, все они, тем не менее, являются в некоторой степени взаимозаменяемыми в широком диапазоне видов использования. Поэтому логически допустимо и экономически необходимо иметь общую базу учета, в рамках которой все источники энергии — или по крайней мере те, которые имеют отношение к анализу, — могли бы выражаться с помощью единой учетной единицы, с тем чтобы потоки каждого такого источника могли прослеживаться

от пункта происхождения в месте добычи или импорта через процесс преобразования и вплоть до поставок (в преобразованном или непреобразованном виде) на экспорт или для использования внутренними конечными потребителями энергии.

14. Помимо энергетической статистики, проблема суммирования вырастает до таких серьезных размеров, может быть, только в области сельского хозяйства и продовольствия. В обеих этих областях — энергетике и сельском хозяйстве — традиционное решение, связанное с использованием цен и стоимости, не удовлетворяет всем целям, поскольку цены подвергаются воздействию рыночных сил, социальной и фискальной политики и не обязательно отражают внутреннюю энергетическую ценность или другие характеристики соответствующих товаров. Цены на один и тот же источник энергии могут быть различными для разных потребителей и видов использования. Цены изменяются с течением времени, хотя энергетические характеристики различных видов топлива остаются постоянными или изменяются очень медленно. Интересно отметить, что, поскольку как энергетика, так и сельское хозяйство (и производство продовольствия) связаны с энергией, неудивительно, что в этих обеих областях статистики для некоторых целей использовалась одна и та же энергетическая единица — килокалория — в качестве одной из основных неденежных учетных единиц.

15. Интересно также отметить, что именно кризис энергоснабжения (послуживший результатом вмешательства не в производство, а в международное распределение сельскохозяйственных продуктов в ходе второй мировой войны) дал серьезный толчок разработке совокупной статистики сельскохозяйственных товаров. Этот кризис привел к статистическому новшеству: неожиданно приобрела большое значение возможность получить все статистические данные о продовольствии в качестве взаимосвязанных комплексов запасов и потоков, в которых каждый тип продовольствия можно было оценить как в абсолютном выражении, так и по отношению ко всему количеству продовольствия. (В Северной Америке и в Соединенном Королевстве были разработаны общие продовольственные балансы в качестве основы для поставок продовольствия и планирования импорта в те трудные времена; были внедрены обследования домашних хозяйств в качестве средства контроля за конечным использованием первичных и производных продовольственных продуктов).

#### Н. Энергетические балансы

16. Общий энергетический баланс показывает в рамках взаимосвязанной учетной системы запасы и потоки всех форм энергии, начиная от места происхождения и кончая конечным потреблением. Такой баланс дает основу для тщательного анализа и синтеза, которые могут обеспечить именно такую согласованность данных, о которой говорилось выше. Не подменяя собой детальной статистики по отдельным формам первичных и вторичных источников энергии (см. настоящий доклад, ниже), составление общего энергетического баланса представляет собой

ключевую проверку внутренней и внешней согласованности в рамках каждого баланса по отдельному энергетическому товару и между такими балансами. Такой общий энергетический баланс представляет собой в то же время ключевую структуру, вокруг которой могут быть построены более детальные анализы, способные содержать большее количество подробностей, чем то, которое можно включить в сам основной баланс, если учитывать вопросы удобства пользования им.

17. Для стран с относительно простой экономикой и относительно несложными статистическими системами общий энергетический баланс в сжатой форме представляет собой бесценное руководство в отношении типов и диапазона основных данных, к получению хотя бы части которых следует стремиться при построении системы национальной энергетической статистики. В то же время страны с более сложными экономическими системами и экономические институты могут использовать и используют упрощенные энергетические балансы для отображения результатов своих более детальных анализов.

18. Некоторые страны публикуют энергетические балансы того или иного типа в течение многих лет. Другие страны лишь недавно внедрили такие общие балансы поставок и потребления. Ряд таких балансов рассматривается в настоящем докладе, ниже. В течение более двадцати лет Статистическое бюро европейских сообществ (СБЕС), Люксембург, составляет для каждой из стран — первоначальных членов Европейского экономического сообщества (ЕЭС) весьма детальные общие энергетические балансы. С вступлением в ЕЭС Соединенного Королевства, Дании и Ирландии СБЕС делает то же самое и для этих стран. Статистическое бюро Организации Объединенных Наций в течение многих лет публикует весьма простой общий баланс первичных видов топлива. В 1974 году Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) впервые составила общий энергетический баланс для каждой из своих стран-членов, который носил более простой характер, чем балансы, составляемые СБЕС.

19. Почти любой из этих основных национальных и международных энергетических балансов мог бы послужить основой для анализа прошлых тенденций и диапазонов будущих возможностей в области поставок и потребления энергии на национальном, региональном или мировом уровне, однако результаты в каждом случае были бы различными в связи с рядом значительных различий в учетных единицах, коэффициентах пересчета, классификациях и условиях, принятых для регистрации многообразных потоков энергии различного типа для различных видов использования.

## I. Цели и охват настоящего руководства

20. Имелась явная необходимость дать обзор всей этой различной национальной и международной практики, и это было сделано в рамках подготовки к составлению настоящего руководства. Его непосредственная цель заключается в том, чтобы стимулировать обсуждение

/...



основных проблем, предложить руководящие принципы в отношении ряда условий и концепций и идентифицировать некоторые области, которые не могут быть полностью использованы для разработки согласованных условий, если не будет получено больше данных о возможном будущем развитии энергетической технологии.

21. Следует признать, что многие составители и потребители энергетических балансов могут проявлять нежелание вносить изменения в свою текущую практику, поскольку статистические нововведения могут, хотя и не обязательно должны, означать прерывание последовательности. Такое нежелание не должно помешать потребителям энергетической статистики принять как можно больше совместно согласованных условий, видов практики, структур, классификаций и единиц в области учета и отчетности для использования при проведении международных сравнений и для публикации международными организациями.

22. Принятие согласованной унифицированной международной системы не будет мешать странам отклоняться от согласованных начал такой системы по обоснованным и удовлетворительным причинам в своей собственной национальной статистике, однако это обеспечит наличие общепринятой международной базы для сравнения национальных статистических данных в самых различных целях. В области энергетики, может быть больше, чем в какой бы то ни было другой области, ни одна страна уже не является островом — если она вообще им когда-либо была — и международные сравнения представляют собой неизбежную часть как национальных, так и международных исследований этого, пожалуй, наиболее значительного вклада в экономическую деятельность в целом, если не считать человеческой деятельности.

23. В настоящем руководстве не только рассматривается то, что является нежелательным со статистической точки зрения в отношении источников энергии, играющих важную роль в настоящее время, но в нем также рассматривается вопрос о том, каким образом включить в предлагаемую структуру учета новые и возобновляемые источники энергии. Как указывалось выше, в нем рассматривается вопрос о том, каким образом можно упростить унифицированную систему учета, не повредив ее основную структуру, с тем чтобы она могла использоваться странами, в которых экономика энергетики и статистические системы пока еще относительно слабо развиты.

24. Настоящее руководство в основном касается проблем концепций и классификаций, а также учета и измерения производства, преобразования и потребления энергии в какого-либо рода физических или энергетических единицах. В нем не рассматриваются статистические проблемы определения и измерения резервов, ресурсов или цен и денежной стоимости энергии, за исключением тех случаев, когда такие проблемы возникают в граничной области между темой настоящего руководства и этими прочими взаимосвязанными сферами исследования.



25. Немалое значение для принятия стандартной системы балансов энергетических товаров и общих энергетических балансов имело бы заключение соглашения между всеми основными международными организациями о согласованной группе вопросников в области энергетики, с тем чтобы странам пришлось только один раз заполнить такой комплекс таблиц. Таким образом, страны — члены ЕЭС должны были бы только один раз представить доклад в СБЕС, Люксембург, причем те же самые данные были бы направлены в ОЭСР, Париж, и в Европейскую экономическую комиссию (ЕЭК), Женева, которая получила бы соответствующие цифры от Совета Экономической Взаимопомощи (СЭВ), Москва, в отношении стран — членов этой организации; ЕЭК передала бы Статистическому бюро Организации Объединенных Наций, Нью-Йорк, показатели по всем странам — членам ЕЭК. Это бюро получило бы аналогичные показатели от других своих региональных бюро в отношении стран соответствующих регионов. Это позволило бы не только избежать использования скудных ресурсов специалистов-статистиков и других ресурсов для заполнения большинством стран двух или более различных вопросников с использованием различных единиц и условий, но и обеспечило бы преемственность данных, публикуемых различными международными организациями, в соответствии с согласованной в международном плане системой энергетических счетов. Это, без сомнения, принесло бы пользу всем, кто занимается проблемами энергетического анализа и энергетической политики на национальном и международном уровнях.

## II. ОСНОВОПОЛАГАЮЩИЕ ИДЕИ

### A. Значения понятия "энергия"

26. Слова "энергия" и "энергетическая статистика" до сего времени применялись без определения. Прежде чем продолжить настоящий доклад, может оказаться полезным попытаться более точно определить значение этих слов. "Энергия" означает способность производить работу или тепло; энергию можно рассматривать как "накопленную работу". Производимое тепло может быть столь интенсивным, что оно будет излучать свет. Тепло, свет, движущая сила и химические изменения, осуществляемые под воздействием электричества или дающие электричество, в достаточной мере охватывают диапазон проявлений "энергии" для целей настоящего доклада. Горючие источники энергии могут быть преобразованы в механическую энергию (или движущую силу) <sup>9/</sup> с последующим преобразованием в электрическую энергию или без него. Механическая и электрическая энергия могут также быть получены из кинетической энергии массы воды, падающей с одного уровня на другой (будь то на речной плотине, между приливом и отливом или между морскими волнами) или из массы воздуха, перемещающейся из района с более высоким в район с более низким атмосферным давлением. Тепло может быть получено путем сжигания или ядерного деления соответствующего топлива, сжатия соответствующей жидкости или газовой среды, пропускания электричества через соответствующий материал, улавливания солнечных лучей, использования нагретых скальных пород, расположенных под поверхностью земли, или с помощью некоторых экзотермических химических процессов, иных чем горение. (Экзотермическими называются процессы, при которых происходит выделение тепла. Процесс, в ходе которого происходит поглощение тепла, называется эндотермическим).

27. Каждый источник энергии характеризуется своими особыми преимуществами и недостатками. Ископаемые и расщепляющиеся виды топлива и воду можно легко накапливать. Геотермальная энергия по своей природе уже накоплена и хранится в своих подземных пунктах происхождения до тех пор, пока не будет извлечена оттуда. Солнечная, ветровая и волновая энергия не может накапливаться как таковая. Однако — если не учитывать фотосинтез под воздействием солнечного света — каждый источник энергии может быть преобразован в пригодную для хранения форму, например в виде подъема воды на такой уровень, с которого она может в дальнейшем, проходя через турбину, возратить хотя бы долю первоначально затраченной энергии. Жидкие и газообразные источники энергии особенно легко поддаются транспортировке (с помощью трубопровода или подвижных цистерн), а твердые виды топлива, разумеется, могут легко перевозиться в вагонах и

---

<sup>9/</sup> Строго говоря, "мощность" (POWER) представляет собой количество прилагаемой энергии или производимой работы в единицу времени.

грузовых автомобилях (а если они каким-либо образом преобразуются в достаточно текучую форму — то и с помощью трубопроводов). Электроэнергия представляет собой наиболее удобную для транспортировки, контроля и различных видов применения форму энергии, но она не может (по крайней мере в настоящее время) легко накапливаться как таковая в больших количествах, если учитывать соображения экономичности.

28. Обычно принято называть источники энергии, встречающиеся в естественном виде, такие как уголь, сырая нефть и природный газ "первичным топливом", а источники, получаемые из этого первичного топлива, такие как кокс, нефтепродукты и газ, получаемый на газовых заводах, — вторичным топливом. (В настоящее время к перечню первичных видов топлива следует добавить расщепляющиеся материалы). Более формальное определение гласило бы, что первичные виды топлива не получают из каких-нибудь других источников энергии. Как первичные, так и вторичные виды топлива могут быть преобразованы в электрическую энергию, и можно было бы выдвинуть тот аргумент, что электричество поэтому следует назвать "топливом третьего порядка". Такая терминология представляется необоснованно сложной, к тому же здесь имеется некоторое несоответствие, поскольку электричество как таковое не является топливом, а представляет собой форму энергии, и оно может быть получено иными путями, чем из ископаемых видов топлива (например, за счет гидроэнергии или за счет солнечного света).

29. Альтернативой этому могло бы послужить проведение различия между "энергоносителями" или "источниками энергии" с одной стороны и "энергией" с другой. Если использовать эту терминологию, то электричество представляет собой форму энергии, а все другие формы энергии — тепло, свет, движущая сила — получаются либо за счет горения или ядерного деления, либо за счет улавливания источников энергии. Определение "источник энергии" легко применимо не только к ископаемому топливу и расщепляющимся материалам, но и к горячим скальным породам и к возобновляемым источникам (солнечная радиация, ветер, текущая или должным образом размещенная неподвижная масса воды и биомасса). Однако статистика запасов и потребления энергии обычно касается тех количеств энергии, которые могут быть извлечены из каждого источника, и поэтому удобно определить энергию, получаемую из первичных источников как первичную энергию, а всю прочую энергию как вторичную энергию. Следует, однако, иметь в виду, что слово "вторичная" не означает "низкокачественная"; наоборот, вторичная энергия в большинстве случаев значительно полезнее, чем первичная энергия, из которой она получена.

РЕКОМЕНДАЦИИ

- 1) Термин первичная энергия следует использовать для обозначения тех источников энергии, которые требуют лишь добычи или улавливания с учетом или без учета их отделения от сопутствующей породы, очистки или сортировки, прежде чем энергия, воплощенная в этих источниках, может быть преобразована в тепло или механическую работу.
- 2) Термин вторичная энергия следует использовать для обозначения всех источников энергии, которые являются результатом преобразования первичных источников. Термин топливо следует использовать только в том случае, если речь идет об источниках энергии, будь то первичной или вторичной, которые должны быть подвергнуты сжиганию или ядерному делению для высвобождения содержащейся в них энергии в целях ее использования.

30. Для полноты изложения на данном этапе упоминаются две другие концепции, хотя некоторые их аспекты более подробно излагаются ниже. С учетом той идеи, что первичная энергия не получается из какой бы то ни было другой формы энергии (а согласно определению мы игнорируем прямые и косвенные затраты энергии на процессы добычи, подготовки и транспортировки источников первичной энергии), можно сказать, что импорт и использование запасов вторичных источников для каждой отдельной страны эквивалентны приращению имеющейся в ее распоряжении первичной энергии. Экспорт (и бункеровка), а также накопление запасов представляют собой отрицательное приращение. Таким образом, в более общем плане чистая торговля и движение запасов вторичной энергии эквивалентны изменениям в поставках энергии, которая является "первичной" с точки зрения данной страны, и их удобно называть "эквивалентами первичной энергии".

РЕКОМЕНДАЦИИ

- 3) Импорт, экспорт и изменения запасов вторичной энергии следует трактовать в энергетическом балансе так же, как и изменения в поставках и использовании первичной энергии. Эти потоки вторичной энергии следует называть эквивалентами первичной энергии. Бункеровку следует трактовать таким же образом, т.е. как часть потоков "эквивалентов первичной энергии".

31. Вторая концепция вытекает из следующих соображений. При переработке первичных источников (например, угля, нефти, природного газа) в более удобные или, для многих целей, более полезные вторичные источники (например, кокс, моторное топливо, электроэнергия) в промышленности по преобразованию энергии (коксовые печи, нефтеперегонные заводы, электростанции) в ходе этого процесса используются или теряются значительные количества первичной энергии. При

производстве электроэнергии, за исключением гидроэлектроэнергии, эти потери достигают двух третей первичных источников, поступающих в процесс, и излучаются как отработанное тепло в атмосферу. Это излучение имеет важное значение для статистиков, работающих в области окружающей среды, для которых оно составляет одну из форм загрязнения атмосферы, и для экономистов-энергетиков, для которых оно представляет собой потенциально пригодное для регенерации низко-температурное тепло.

32. Независимо от того, что произойдет с этим выбрасываемым теплом, содержащаяся в нем энергия представляет собой энергетические издержки IO/ получения желаемого количества вторичной энергии. Даже если конечному потребителю поставляются и используются им только кокс, нефтепродукты или электроэнергия, спрос этого потребителя может быть удовлетворен только путем предоставления ему в качестве исходных материалов для энергопреобразующей промышленности той первичной и вторичной энергии, которая необходима для этой промышленности. Это количество представляет общее энергетическое содержание одного или более производных источников энергии, определяемое на основе затрат первичной энергии (или эквивалента ископаемого топлива). Оно показывает количество энергии, которая потребуется (фактически или на основе заявленного предположения) в качестве прямых поставок энергии на осуществление процесса преобразования, с тем чтобы произвести данное количество вторичной энергии. Ниже мы возвратимся к вопросу о предположениях.

33. Прямые затраты энергии, определяемые таким образом, относительно малы при производстве твердотопливных продуктов, нефтепродуктов и коммунально-бытового газа, и в некоторых энергетических балансах, составляемых по "восходящему" принципу, они игнорируются II/, однако выражение количеств электроэнергии, произведенных на атомных, гидравлических и геотермальных электростанциях в единицах эквивалента ископаемого топлива имеет большое значение с концептуальной точки зрения I2/.

---

IO/ Выбрасываемое тепло, строго говоря, содержит лишь прямые энергетические издержки. Осуществляются также все косвенные затраты энергии на добычу, переработку, транспортировку и преобразование. См. раздел С главы I.

II/ См. раздел D главы У. При осуществлении положений Международного соглашения по вопросам энергии, касающихся чрезвычайных резервов и распределения, Международное энергетическое агентство использует в качестве рабочей концепции нефтяной эквивалент нефтепродуктов.

I2/ См. раздел С главы IV и подразделы II и I2 раздела С главы У.

/...

## В. Значение понятия "статистика"

34. Понятие "энергетическая статистика" подразумевает с удивительной простотой, что все цифровые показатели, связанные с этим понятием, отражают объективные и легко поддающиеся определению факты. Дело, однако, обстоит иначе. Добыча угля или производство электроэнергии, если это отразить в естественных для этой продукции единицах (например, в метрических тоннах для угля и в киловатт-часах для электроэнергии) могут представлять собой достаточно легко измеримые факты. Однако вся цель общего энергетического баланса заключается в том, чтобы отразить в едином счете поставок и потребления запасы и потоки всех этих разнообразных форм энергии. Это говорит о необходимости выбора какой-то общей учетной единицы, что в свою очередь выдвигает двойной вопрос о коэффициентах пересчета и способах выражения естественных единиц каждого вида топлива в единых учетных единицах.

35. Хотя добыча определенного количества угля представляет собой достаточно недвусмысленный факт, когда она выражена в тоннах, это может стать весьма субъективным статистическим показателем, когда выражается в единицах нефтяного эквивалента (или даже угольного эквивалента), в зависимости от условий, принятых для такого пересчета. Даже если выразить ее в единицах, внешне более объективных, таких как теракалории или — в соответствии с системой СИ I3/ — в тераджоулях, эта видимая объективность может оказаться более субъективной, чем ожидалось. Уголь далеко не является однородным по качеству товаров в любой стране, и энергетическое содержание тонны угля может быть весьма различным в зависимости от лавы, где он добыт, и уж во всяком случае в зависимости от шахты. Для некоторых целей, например для получения широкой картины, отражающей общую энергетическую ситуацию или перспективы, может быть, и нет причин отходить от простой арифметической посылки, что каждая тонна угля обладает равной энергетической ценностью. Если для того, чтобы выразить эти величины в тераджоулях, принятый метод состоит в использовании единого среднего показателя энергетического содержания тонны угля, то такая арифметика проста, однако подлинное энергетическое содержание угля будет, разумеется, зависеть от доли различных сортов угля в общем количестве. Это общее количество в тераджоулях не является столь же объективным статистическим показателем, как первоначальный тоннаж угля. Это — конкретный пример различия между учетной единицей, с одной стороны, и путями и способами перехода к этой учетной единице, с другой. Мы вернемся к вопросу о единицах, коэффициентах и методах пересчета ниже.

---

I3/ Международная система единиц.

С. Зачем нужна энергетическая статистика?

36. Выше уже упоминалось о переносе акцента со стороны специалистов по энергетическому анализу и работников, занимающихся вопросами энергетической политики, на новые области энергетики, причем это произошло в основном с начала 70-х годов. Прежде чем продолжать изложение материала, полезно вернуться к рассмотрению некоторых статистических последствий ряда экономических и политических проблем, которые вышли сейчас на передний план в общественной дискуссии. Их можно подытожить следующим образом:

<u>Тема</u>	<u>Статистическая проблема</u>
а) Истощение запасов ископаемого топлива	Согласованность концепций используемых для определения "резервов" и "добычи"
	Взаимосвязь между энергетическими и неэнергетическими видами использования
б) Будущий спрос на энергию	Значение понятия "спрос"
	Взаимосвязь между коммерческими и некоммерческими видами топлива
	Самостоятельное производство энергии в промышленности
	Сопоставимость видов использования энергии и промышленной продукции. Замена живой тягловой силы, используемой на транспорте, для накачки воды и в других видах использования, ископаемым топливом или другими источниками энергии
с) Роль производства электроэнергии на атомных электростанциях	Трактовка ядерного топлива и ядерной энергии в энергетическом балансе
д) Возможности экономии энергии	Эффективное измерение энергии, используемой в различных целях, для различных процессов и производства различной продукции

/...

- |   |  |
|---|--|
| e) Прямой и косвенный эффект изменения цен на источники энергии | Взаимосвязь между данными о стоимости энергии (и других товаров и услуг) в таблицах "затраты-выпуск" и физическими данными о потоках энергии в энергетических балансах |
| f) Охрана окружающей среды                                      | Трактовка теплового излучения  |
| g) Одновременное производство тепла и электроэнергии            | Взаимосвязь между затратами энергии и общим выходом энергии  |
| h) Воздействие возобновляемых источников энергии                | Измерение эквивалентных затрат первичной энергии   |
| i) Зависимость от импорта                                       | Альтернативные концепции потребления и зависимости от импорта  |
|   | Видимая и невидимая торговля энергией  |

37. Этот перечень можно было бы расширить, однако и в таком виде он помогает сосредоточить внимание на целом ряде статистических проблем, которые необходимо решить для создания интегрированной системы энергетической статистики. Можно даже задаться вопросом, способна ли единая система обеспечить все эти разнообразные потребности наряду с многими другими потребностями. Отрицательный ответ на этот вопрос мог бы привести к отчаянию в связи с тем, что именно чрезмерное распространение различных систем энергетических данных, условий учета и отчетности, единиц и классификаций привело к той путанице, которая сейчас сопровождает все попытки соотнести между собой оценки различных специалистов по энергетическому анализу или различных советников в области энергетической политики.

38. Само собой разумеется, что для целей специального анализа и других специальных целей потребуются и другие виды энергетических данных, которые не будут точно укладываться в общую базовую систему, однако данные, используемые в таком анализе, должны в принципе быть сопоставимы с данными, приводимыми в основных системах энергетических счетов, балансов и вспомогательных таблиц, и — если речь идет об энергетических потоках или запасах — они должны являться производными от данных основных систем.



D. Соотношение "затраты/выгоды" в отношении энергетических данных

39. Разумеется, должно быть равновесие (в смысле соотношения "затраты/выгоды") между полнотой, точностью и своевременностью системы данных и затратами на ее создание и эксплуатацию, с учетом также цены ошибок в принятии политических решений, основанных на несовершенной системе данных. Как мы увидим ниже, при рассмотрении понятия "полезной энергии" (энергии, эффективно преобразованной в полезное тепло, свет или движущую силу конечными потребителями энергии), нетрудно дать ряды и колонки показателей в общем энергетическом балансе, которые, если они являются полными, дадут чрезвычайно интересную информацию для многих специалистов в области анализа, однако стоимость сбора всех необходимых данных от всех категорий конечных потребителей энергии с точностью, требующейся для того, чтобы эти данные не были ниже по качеству, чем другие данные в том же балансе, может оказаться очень высокой. Важно провести различие между необходимыми и желательными данными.

40. Стоимость сбора, проверки и анализа данных не должна превышать выгоды, извлекаемые в виде различия между решениями, принимаемыми с использованием данных, и решениями, принимаемыми без них. Этот принцип легче сформулировать, чем осуществить на практике. Нелегко выделить те решения, на которые оказывает или окажет материальное влияние наличие или отсутствие тех или иных статистических данных. Еще труднее оценить выгоды или потери в результате тех или иных решений в долгосрочном плане. Эта проблема еще более осложняется наличием множества возможных и поддающихся определению пространственных, институциональных или социальных границ, за пределами которых приходится пренебречь вопросами затрат и выгод. Несмотря на все эти практические трудности, следует не упускать из виду основополагающий принцип.

E. Качество данных

41. Еще одним желательным фактором, который легче сформулировать, чем осуществить, является присвоение "ярлыков качества" в энергетической статистике или в других видах статистики. Эта проблема периодически обсуждалась в различных областях статистики. Относительно несложно назначить допустимые пределы ошибок и вытекающие из них уровни вероятности оценок, получаемых в результате правильно спланированных выборочных обследований, и нечто аналогичное, хотя и по необходимости менее приемлемое можно сделать в отношении оценок, получаемых в результате групповых обследований и частичных переписей (включая неполные ответы на вопросы переписи, которая замышлялась как полная).

42. В принципе зарегистрированные показатели запасов или потоков затрат или продукции самих энергетических отраслей и их главных промышленных заказчиков (таких как черная металлургия или химическая промышленность) должны быть достаточно точными, однако, как мы увидим в следующей главе, многое может зависеть от определения, которое дается тому или иному запасу или потоку. Два статистических показателя по одному и тому же предмету могут обладать высокой степенью точности, но недостаточной сопоставимостью.

43. Реальные трудности возникают при разработке полного счета поставок и потребления какого-либо одного источника энергии, и, тем более, при включении двух или более таких счетов в общий энергетический баланс. Такие балансы, будь то по отдельным источникам энергии или по всем источникам в рамках определенной энергетической системы, включают взаимозависимые элементы крайне разнообразных уровней надежности, и может оказаться почти невозможным назначить доверительные пределы для агрегированных данных. Такие трудности следует, однако, рассматривать не как непреодолимые барьеры на пути прогресса, а как препятствия, которые необходимо преодолеть. Даже если невозможно оценить отдельные доверительные пределы по каждому компоненту совокупности, желательно исследовать чувствительность совокупности к ошибкам, предполагаемым в отношении их основных компонентов. Такое исследование могло бы полезным образом пролить свет на надежность расчета темпов изменений и процентных долей в общих показателях.

#### РЕКОМЕНДАЦИЯ

- 4) Национальным и международным статистическим учреждениям следует серьезно рассмотреть вопрос об оценке чувствительности каждой основной совокупности, опубликованной в их энергетической статистике, к ошибкам порядка + 5 или 10% в наименее надежных компонентах таких совокупностей.

#### Г. Важнейшие характеристики энергетических балансов

44. Любая система энергетических счетов должна твердо основываться на первом законе термодинамики, который гласит, что количество энергии в любой замкнутой системе является постоянным и не может быть ни увеличено, ни уменьшено, если энергия не привносится в эту систему и не отбирается из нее. Энергетический баланс по отдельному источнику энергии (например, угля) или по группе тесно взаимосвязанных источников энергии (например, по нефтепродуктам), представляет собой товарный энергетический баланс. В таком балансе отражаются происхождение (добыча или производство, импорт, использование запасов) и использование (экспорт, накопление запасов, поставки на преобразование в другой источник энергии, неэнергетическое использование, конечное потребление энергии), измеряемые по крайней мере

в первоначальных единицах (например, в тоннах), соответствующих данному источнику энергии. Это измерение может параллельно или альтернативно основываться на энергетической единице (например, на килокалории или тераджоуле). В товарном энергетическом балансе, однако, не показывается производство вторичной энергии (например, электрической) в результате преобразования того источника, которого касается данный конкретный товарный баланс. В том, что касается именно этого баланса, преобразование относится к числу прочих видов использования рассматриваемого источника энергии. Наиболее удобный порядок размещения различных элементов баланса рассматривается в главе У. Сбор основных данных более подробно рассматривается в приложении УІ.

45. Общий энергетический баланс представляет собой счет поставок и использования, показывающий (в идеальном случае в виде единой таблицы) происхождение и использование всех источников энергии, потребляемых в данной стране в течение года (или, возможно, в течение другого отрезка времени). В таком балансе все формы энергии должны обязательно выражаться в единых учетных единицах, и должна быть показана взаимосвязь между поставками энергии на преобразование и продукцией отраслей, занимающихся преобразованием энергии. В главе У будет показано, что наиболее удобный порядок размещения различных рядов не соответствует в точности тому, который более всего подходит для товарного энергетического баланса. В той же главе рассматриваются альтернативные учетные единицы.

46. Такая система должна быть как можно более полной в рамках заранее определенных внешних границ. В принципе должны быть учтены все запасы и потоки существующих форм энергии, а учет известных будущих источников энергии, таких как солнечная, приливная, волновая, ветровая и энергия биомассы должен быть осуществим в данной системе без изменения правил. Однако для целей разработки политики лучше иметь неполный баланс, чем не иметь никакого баланса вообще. Такая система в принципе должна быть свободна от дублирования подсчетов при отражении всех соответствующих типов поставок и использования энергии. Система должна недвусмысленно показывать потоки отработанного тепла, излучаемого в окружающую среду. Со временем, после внедрения и распространения тепловых насосов, эта система должна обладать способностью отражать и потоки энергии из окружающей среды. В принципе эта система должна быть концептуально совместима с другими системами экономического анализа, такими как национальные счета и особенно таблицы "затраты-выпуск".

47. В некоторой степени эти соображения чрезмерно упрощают общую картину. Если двойного подсчета следует избегать потому, что он приводит к ошибкам и путанице, ему следует отдавать предпочтение в той мере, в какой он содействует лучшему пониманию потоков различного вида энергии в пределах отдельных областей экономики или между

этими областями (например, потоков в каждом направлении между нефтеперегонными заводами и соответствующими химическими предприятиями, рециклирования отработанных смазочных материалов на нефтеперегонных заводах). Хотя полная концептуальная сопоставимость между энергетической и прочей экономической статистикой не всегда может быть достижима по той весьма важной причине, что эти два типа данных могут требоваться для совершенно различных целей, концептуальная взаимосвязь между этими двумя типами информации должна быть четко отображена (например, с помощью своего рода переходной таблицы).

48. Может быть использована одна или более единиц из общего ряда статистических единиц — и мы вернемся к этому аспекту ниже, — однако недостаточная информация относительно используемых единиц в публикуемых данных по энергетической статистике может привести к большой путанице и излишней трате времени тех, кто пользуется этой статистикой.

#### РЕКОМЕНДАЦИЯ

- 5) Национальные и международные статистические учреждения, а также органы, их консультирующие или выполняющие работу в их интересах, должны всегда четко указывать учетные или иллюстративные единицы, применяемые в публикуемых анализах. Следует также указывать коэффициенты и способы пересчета первоначальных физических единиц в избранную общую учетную единицу или единицы, либо указывать легко доступные опубликованные источники, в которых можно найти эти единицы. Следует также ясно указывать, определены ли энергетические единицы на основе высшей или низшей теплотворной способности (см. раздел G главы IV).

49. Какова бы ни была фактическая форма энергетического баланса (в смысле того порядка, в котором отображаются конкретные запасы, потоки, происхождение и использование энергии), в нем должно отображаться по крайней мере два, а в идеальном случае три уровня измерений. Во-первых, имеются источники первичной энергии, которые могут поставляться либо отраслям, занимающимся преобразованием энергии (например, нефтеперерабатывающим заводам, электростанциям, газовым заводам и предприятиям по производству твердого топлива), либо конечным потребителям энергии (в пределах или за пределами данной страны). Обычно эти источники и потоки называют "затратами первичного топлива" <sup>I4/</sup>. Во-вторых, источники энергии, будь то первичной или вторичной, поставляются конечным потребителям энергии. ("Конечные потребители энергии" — это все потребители, не относящиеся к отраслям, которые производят или преобразуют первичные

---

<sup>I4/</sup> В соответствии с рекомендованной выше терминологией их следует называть "затратами первичной энергии".

источники энергии и которые все вместе известны под названием "энергетических отраслей", поскольку производство первичных или вторичных источников энергии составляет их основную деятельность I5/. Все эти потоки вместе известны под названием "предоставленное тепло". Более общим термином было бы выражение "предоставленная энергия". В этом последнем потоке не указывается, сколько тепла, света или механической работы извлекают конечные потребители энергии из этих поставок энергии. Этот третий уровень измерений представляет собой "полезную энергию", однако ее всегда трудно измерить с достаточной степенью точности для включения в регулярный раздел общего энергетического баланса. (Мы вернемся к этой проблеме в главе VI) I6/.

---

I5/ "Конечные потребители энергии" включают промышленность, системы распределения и другие услуги (все они являются "промежуточными потребителями" с точки зрения национальных счетов), а также "бытовых потребителей" и других "конечных потребителей" с точки зрения национальных счетов. Самостоятельное производство электроэнергии в промышленности и производство доменного газа может рассматриваться как часть деятельности энергетических отраслей или как один из видов использования энергии, предоставляемой конечным потребителям. Это положение будет рассмотрено в последующих главах.

I6/ СБЕС (Люксембург) опубликовало "балансы полезной энергии" за 1975, 1978 и 1980 годы, заканчивающиеся данными о "конечном потреблении энергии", основанными как на поставках энергии, так и на полезной энергии.

### III. ГРАНИЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

#### A. Общие положения

50. В главе II (пункт 36) перечислен ряд тем энергетической политики и энергетического анализа с указанием статистических проблем, возникающих при рассмотрении этих тем. В данной главе мы более полно исследуем эти проблемы, вытекающие из них возможности выбора и взаимозависимость между возможными решениями и практическими вопросами, для которых необходимы статистические данные. Как уже упоминалось, часто не имеется единой статистической практики, удовлетворяющей все потребности. В то же время необходимо попытаться достичь соглашения об основной и достаточно полной системе учета в качестве стандарта, который можно будет дополнять или от которого можно будет отходить с помощью четко обоснованных методов в тех или иных четко признанных целях.

51. В следующих разделах рассматриваются две широкие категории граничных проблем. Во-первых, имеются возможные границы системы энергетических данных в целом. Во-вторых, имеются некоторые граничные проблемы, касающиеся ряда запасов и потоков в пределах общей системы данных. Взаимосвязь между видимой и невидимой торговлей энергией рассматривается в разделе F главы IV.

#### B. Границы системы

##### I. Энергетические и неэнергетические потоки

52. Некоторые источники первичной энергии (например, уголь, природный газ) и некоторые производные источники энергии (например, нефть) могут использоваться либо как топливо, либо как сырье для нефтехимической промышленности. Некоторые нефтепродукты (например, битум, смазочные вещества и воски) как правило никогда не используются в качестве топлива. Нефтяной кокс обычно используется как неэнергетическое сырье для промышленности, однако в некоторых странах он используется также как топливо для нефтеперерабатывающих заводов. Обычно в большинстве энергетических балансов (см. глава V, ниже) неэнергетическое использование нефтепродуктов (а иногда и природного газа) учитывается отдельно от энергетического использования источников первичной и вторичной энергии.

53. К сожалению, такая трактовка не дает полного решения проблемы. Большинство химических процессов, связанных с углеводородным сырьем, дает побочные топливные продукты, и большинство из них используется для производства части тепла, необходимого для протекания этих процессов. Далее, в совершенно другой области химической промышленности, такой как производство серной и азотной кислоты, высвобождается тепло в результате экзотермических химических процессов, вообще не

нуждающихся в подводе тепла извне. Часть этого побочного тепла улавливается и используется для производства пара в целях получения либо движущей силы на валу для непосредственного использования, либо для производства электроэнергии в качестве средства передачи движущей силы на другие участки завода, либо для поставок нагретого пара как среды для распределения технологического тепла или отопления в пределах завода. Часть кокса в доменных печах выступает скорее в качестве химического сырья, чем в качестве топлива. Использование электроэнергии для электролиза также можно было бы отнести к неэнергетическому использованию источника энергии, если не расширить концепцию энергии, включив в нее все виды химической энергии.

54. Если преследуется та цель, чтобы энергетический баланс охватывал все формы поставок и использования энергии, то отсюда логически вытекает, что следует попытаться включить в него все эти формы энергии, получаемые путем так называемого неэнергетического использования источников энергии или из неэнергетических источников. Если, с другой стороны, преследуется та цель, чтобы энергетический баланс отражал только использование источников первичной и вторичной энергии, то в нем должна игнорироваться энергия, получаемая из всех других источников, кроме зарегистрированного энергетического использования источников энергии: если система учета, используемая в энергетическом балансе, применяется в качестве базы для прогнозирования или как средство отображения результатов прогнозов, "энергетические" показатели в более узком смысле слова будут косвенно отражать изменения во времени в области поставок и использования незарегистрированных источников энергии.

### РЕКОМЕНДАЦИЯ

- 6) Энергетические балансы должны охватывать только все поставки и виды использования первичной и вторичной энергии, ясно отображая неэнергетическое использование таких источников.

### 2. Коммерческие и некоммерческие источники энергии

55. К некоммерческим источникам энергии обычно относят в первую очередь такие материалы, как дрова, отходы переработки сахарного тростника (багассу) и сухой навоз. Эти продукты, которые частично составляют предмет торговли в больших и малых городах некоторых развивающихся стран, а также движущая сила тягловых животных и человека имеют значение для энергетических балансов не только потому, что они составляют значительную часть общего потребления энергии в таких странах, но и в связи с тем, что они отражают потенциальный будущий спрос на ископаемое топливо или электроэнергию со стороны коммерческих систем снабжения в будущем. Однако, если исходить из этого критерия, имеются и другие важные некоммерческие источники

энергии (некоммерческие в том смысле, что они не проходят через рынок), и роль этих источников выше в более развитых, чем в менее развитых районах мира.

56. Одним из примеров такого типа может служить собственное производство тепла из побочных продуктов топлива при нефтехимических процессах или "нетопливное" экзотермическое тепло, улавливаемое и используемое в химической промышленности. Еще одним примером служит использование побочных продуктов деревообрабатывающей и бумажной промышленности и регенерируемого отработанного тепла коксовых и доменных печей. Если считать, что энергетический баланс должен отражать все потоки энергии, то он по логике вещей должен отражать и эти потоки. С другой стороны, поскольку эти потоки регенерированной энергии производятся совместно с основной продукцией соответствующей промышленности, эта энергия приводит к сокращению спроса на коммерческую энергию (или к увеличению ее предложения) только в том случае, если такое регенерированное тепло поставляется потребителям вне рамок той отрасли, в которой оно было произведено.

57. Еще одним примером может служить энергия, улавливаемая солнечными отражателями, ветровыми двигателями и тепловыми насосами, используемыми в промышленности и торговле или принадлежащими частным лицам. В той мере, в какой эта энергия вытесняет энергию, ранее закупавшуюся на рынке, это представляет собой сокращение спроса, имеющее большое значение для его прогнозирования на будущее. В той мере, в какой такая энергия представляет собой дополнительные поставки для потребителя, можно сказать, что она представляет собой условное приращение будущего рыночного спроса: если потребитель энергии привыкнет к более высокому уровню потребления энергии, он может обращаться к коммерческому рынку в периоды, когда его установка для самостоятельного производства энергии не функционирует. В то же время такие явления будут отражены (с задержкой во времени) во временной тенденции спроса и не обязательно нуждаются в отдельном количественном выражении.

58. Этот аргумент, основанный на снижении будущего спроса на коммерческую энергию, можно развить дальше. Улучшение изоляции крыш, стен и окон зданий приводит к снижению спроса на источники энергии из коммерческой системы снабжения. Однако учитывать национальную энергию, не приобретенную на рынке, как показатель энергии, сэкономленной в результате улучшения изоляции, представляло бы собой слишком строгое соблюдение принципов. Тем не менее верно и то, что без такой улучшенной изоляции или без солнечных отражателей, ветровых двигателей и тепловых насосов, спрос на коммерческое топливо был бы более высоким.

59. Можно привести два примера, иллюстрирующие соблюдение в некоторых балансах принципа замещения (где энергия собственного производства показана как закупки, которые были бы сделаны на рынке,

/...



если бы собственного производства не было). Первый касается производства метана или другого низкосортного газа из отходов и путем сжигания городского мусора для выработки тепла и/или электроэнергии. Второй связан с производством электроэнергии в обрабатывающей промышленности, которое часто осуществляется одновременно с производством технологического тепла. Простейшей трактовкой этого последнего случая явилась бы регистрация топлива, закупленного соответствующей промышленностью, под рубрикой "конечное потребление энергии" и учет использования этого топлива как производимого исключительно внутри данной отрасли. Другая возможная трактовка может заключаться в учете лишь тех количеств электроэнергии собственного производства, которые фактически продаются за пределы производящей их отрасли. Более проблематичным является случай, когда в отрасли производятся большие количества гидроэлектроэнергии для собственного использования в качестве главного или единственного источника энергии. Если эти количества электроэнергии не зарегистрировать в балансе по такой стране как Норвегия, то будет казаться, что продукция некоторых основных отраслей (например, алюминиевой промышленности и промышленности по производству удобрений) производится вообще без затрат энергии, хотя производимые товары являются энергоемкими. В более или менее аналогичной ситуации сахарные заводы могут удовлетворять все свои потребности в технологическом тепле и паре путем сжигания багассы. В главе VI рассматривается вопрос о желательном использовании данных о всем диапазоне целей, преследуемых путем использования энергии в секторах ее конечного потребления, причем одним из методов трактовки гидроэлектроэнергии собственного производства было бы включение в общий энергетический баланс или во вспомогательную таблицу, прилагаемую к балансу, детального анализа собственного производства (и регенерации) энергии в секторах конечного потребления энергии.

60. Однако в большинстве национальных и международных балансов вся энергия собственного производства трактуется так, как если бы она была закуплена, а оценка топливных затрат на ее производство вычитается из показателя топлива, идущего на промышленное использование, и добавляется вместо этого к показателю затрат всей электроэнергетической отрасли в расширенном смысле (при этом обычно проводится различие между электростанциями, производящими электроэнергию для промышленных и коммунально-бытовых целей). Такая трактовка оправдывается тем, что вся электроэнергия, по крайней мере теоретически, могла бы полностью поставляться в коммунально-бытовую распределительную сеть промышленными электростанциями. Оценка затрат топлива на производство электроэнергии на теплоэлектроцентралях, где происходит одновременная выработка тепла и электроэнергии (это представляет собой особый пример попыток разделить затраты топлива между этими двумя совместно производимыми видами продукции), выдвигает трудную проблему, которая более детально исследуется в главе V.

61. Такая трактовка собственного производства энергии в промышленности сокращает показатель общего уровня энергии, поставляемой промышленному сектору, в разделе энергетического баланса, касающемся конечного потребления энергии: затраты первичного топлива на производство электроэнергии (с учетом или без учета одновременного производства технологического тепла) заменяются затратами, выраженными энергетической ценностью произведенной электроэнергии. (Эта замена представляет собой обратное действие по отношению к более обычной в статистическом смысле замене показателя произведенной электроэнергии показателем затрат первичного топлива, логически необходимого для производства этого количества электроэнергии на атомных и гидроэлектрических станциях; см. главу IV).

62. В отношении более развитых стран можно принять ряд концепций для отражения источников энергии, прямо не проходящих через рынок. Что же касается менее развитых стран, то исключение некоммерческих видов топлива привело бы к исключению половины или более общего потребления энергии, не связанной с применением мышечной силы животных и человека. Энергия животных и человека, применяемая для перевозок, выращивания урожая, сбора и переработки продовольствия, а также для сбора древесного топлива, т.е. для выполнения задач, которые в более развитых странах выполнялись бы главным образом или полностью с помощью механических, электрических или других энергопотребляющих устройств, представляет собой еще один и, возможно, более важный сектор поставок и использования энергии в развивающихся странах. Данные о таких некоммерческих источниках энергии являются скудными даже в отношении тех источников (например, дров), которые проходят в значительных количествах через широко разбросанные коммерческие рынки, однако все эти потоки, независимо от того, являются ли они коммерческими в обычном смысле слова, в принципе должны учитываться при осуществлении попыток составить энергетические балансы для развивающихся стран. Как указывалось выше, такие источники энергии представляют потенциальный спрос на обычные коммерческие источники энергии и/или на "необычные" источники энергии, такие как биогаз, ветровая или гидравлическая энергия.

### РЕКОМЕНДАЦИИ

- 7) а) Общий энергетический баланс должен охватывать все потоки энергии, включая так называемые "некоммерческие источники". Охват этих источников должен быть как можно более широким. Когда известно, что такие источники играют важную роль, но о них имеется мало данных, следует предпринять такие меры, как проведение выборочных обследований, для улучшения количества и качества данных;
- б) собственное производство электроэнергии с одновременным производством тепла или без него следует рассматривать как часть сектора преобразования энергии;

/...

- с) собственное производство гидроэлектроэнергии в промышленности следует рассматривать как первичное производство электроэнергии;
- д) производство пара или горячей воды путем сжигания промышленных отходов или городского мусора, либо за счет экзотермического или другого тепла, регенерированного в промышленности, следует регистрировать как первичное производство;
- е) каждый метод производства электроэнергии, вносящий значительный вклад в общие поставки электроэнергии, следует отображать в отдельной строке энергетического баланса.

### 3. Энергетические и другие отрасли промышленности

63. В предшествующем обсуждении и рекомендациях, касающихся энергетического и неэнергетического использования источников энергии, а также коммерческих и других источников энергии, уже были охвачены некоторые аспекты этой граничной проблемы. Таким образом, производство тепловой энергии в химической промышленности, газа в доменных печах или электроэнергии и тепла в других отраслях промышленности необязательно требует включения в раздел энергетического баланса, касающийся преобразования энергии, всей этой производной энергопроизводящей деятельности. Один из возможных подходов заключается в том, чтобы учитывать лишь ту производную энергию, которая продается за пределы производящей ее отрасли как часть сектора преобразования энергии в общем энергетическом балансе. Такая практика носила бы весьма ограничительный характер, и предшествующие рекомендации были основаны на более всеобъемлющем взгляде на поставки и использование энергии.

64. В отношении нефтеперерабатывающих заводов и нефтехимической промышленности имеется несколько иная граничная проблема. Нередко крупные компании с целью достижения экономии и гибкости осуществляют деятельность в обеих областях, эксплуатируя комплексные предприятия, сочетающие весь диапазон деятельности от очистки сырой нефти до производства готовых пластических материалов. Потoki материалов, основанных на углеводороде, и их производных на таком предприятии, могут носить очень сложный характер, и отдельные чистые потоки могут с трудом поддаваться категоризации или количественному учету. Существует такой взгляд, что поскольку в основе всего диапазона такой деятельности лежит нефтехимическая технология, любое подразделение ее на нефтеочистку, с одной стороны, и нефтехимическое производство, с другой, носит искусственный характер и создает больше статистических проблем, чем их решает.

65. С другой стороны, с точки зрения продукции имеется четкое разграничение между нефтепродуктами, являющимися источниками энергии, и многочисленными пластическими и другими химическими

продуктами, которые не предназначены для использования в качестве источников энергии. Существующие международные экономические классификации основаны на опознаваемых различиях между характерной продукцией различных видов промышленной деятельности. Несмотря на весьма реальные проблемы обеспечения данными, которые иногда могут возникнуть при сборе полной информации о всех подлинно энергетических потоках, рекомендованных для включения в энергетический баланс, аргумент в пользу трактовки не только нефтепереработки, но и всех других видов деятельности в нефтяной и связанной с ней химической промышленности как части энергетической отрасли промышленности не является убедительным. Подлежащая включению промышленная деятельность может быть наиболее удобным образом определена путем указания подлежащей охвату продукции.

### РЕКОМЕНДАЦИЯ

- 8) а) Энергетические балансы должны охватывать только всю ту углеводородную продукцию, которая указана в перечне, отраженном в балансовой таблице или прилагаемом к ней (см. главу У).
- б) Проблемы определения и сбора более полных данных о валовых и чистых потоках энергии между нефтеочистительными заводами, с одной стороны, и нефтехимическими предприятиями, с другой, следует исследовать более полно. Вспомогательные таблицы, прилагаемые к общему энергетическому балансу, должны полезным образом и как можно более полно отображать по крайней мере важнейшие потоки побочных энергетических продуктов (и регенерированного тепла) в рамках основных отраслей химической промышленности.

## 4. Производство и распределение энергии

66. Производство энергии (или, строго говоря, производство источников энергии) может быть определено для целей настоящего доклада следующим образом:

а) для источников первичной энергии оно заключается в отделении источника первичной энергии от содержащей его естественной среды при добыче ископаемого или расщепляющегося топлива, либо в выделении геотермального тепла, в улавливании лучевой энергии из потока солнечной энергии и кинетической энергии ветра или движущейся воды. К ядерной энергии можно применить по крайней мере три различных трактовки, к которым мы вернемся ниже. Для полноты настоящего рабочего определения ядерная энергия в широком смысле слова аналогична ископаемому топливу;

б) для источников вторичной энергии производство заключается в обеспечении выпуска этих источников после преобразования из одного или более источников первичной и/или вторичной энергии.

Распределение энергии заключается в ее транспортировке или передаче в пределах страны автомобильным, железнодорожным или водным транспортом (в более редких случаях – воздушным транспортом), либо с помощью трубопровода или силового кабеля от места производства к месту преобразования или другого использования.

67. Эти различия могут показаться педантичными и сами собой разумеющимися, однако они важны потому, что прямо связаны с последовательностью (или непоследовательностью) I7/ определения границ, в рамках которых необходимо или возможно простое измерение запасов, а также в рамках которых или с пересечением которых требуется измерять все потоки во всеобъемлющей системе энергетической статистики. (Эти различия также крайне важны для рассмотрения определений некоторых конкретных потоков и вопроса о том, следует ли или не следует включать эти потоки в систему энергетических данных. Эта часть вопроса будет обсуждена в следующем разделе).

68. Непоследовательность в практическом использовании различий между производством и распределением иногда почти неизбежна, поскольку характер каждого источника энергии ограничивает возможности его хранения и применение различных методов распределения. Твердые виды топлива могут транспортироваться с помощью трубопроводов, но это осуществляется редко; сырая нефть обычно транспортируется с помощью трубопроводов или судов-танкеров, однако меньшие по размерам партии перевозятся также в железнодорожных или автомобильных цистернах; транспортировка газа обычно производится с помощью трубопроводов, однако в некоторых случаях он перевозится в сжиженном виде морским, железнодорожным или автомобильным транспортом; электроэнергия всегда передается по проводам. Отсюда следует, что потребители, как промежуточные (в энергетическом смысле слова, т.е. отрасли, занимающиеся преобразованием энергии), так и конечные (опять же в энергетическом смысле слова, т.е. конечные потребители энергии в сельском хозяйстве, обрабатывающей промышленности, на транспорте, в системе распределения, в прочих секторах услуг или в быту) связаны весьма специфическим образом с поставщиками источников энергии, транспортируемых с помощью трубопроводов или по проводам, однако они могут оказаться в изоляции вследствие использования независимой системы распределения, обладающей собственными транспортными средствами и хранилищами, которая занимается распределением твердого топлива, некоторых видов газа и большинства нефтепродуктов.

69. Из вышеуказанного, а также из того, что электроэнергия и большинство видов газа не могут храниться вне производящей их отрасли, следует, что потоки к конечным потребителям легче регистрировать как поставки, чем потребление, а показатели движения запасов легче

---

I7/ См., например, Slessor (1978).

получить в энергетической промышленности, чем у конечных потребителей энергии. Движение запасов топлива, пригодного для хранения, может происходить на двух или более этапах между производством и конечным потреблением, так что данные о производстве, поставках, получении и потреблении могут отличаться друг от друга.

### РЕКОМЕНДАЦИЯ

- 9) В публикуемых энергетических балансах, будь то по отдельным источникам энергии или по всем источникам энергии, отображаемым в единой таблице, следует всегда четко указывать, представляют ли потоки производство, поставки, получение или потребление, а при отображении движения (и уровней) запасов следует ясно указывать, включают ли они запасы производителей, импортеров, энергопреобразующих предприятий, распределительных компаний и конечных потребителей.

## С. Границы между потоками и запасами

### 1. Производство и отходы

70. Определение "производства" в предыдущем разделе не зависит от того, что произойдет с произведенной продукцией. Концепция производства существует сама по себе. Она отражает (если выражается в единицах времени) скорость истощения имеющего свои пределы резерва или ресурса, а также физический поток, являющийся прямым результатом (в числе прочих факторов) капитальных вложений в машины и оборудование, специально установленное для того, чтобы сделать это производство возможным.

71. Таковы два важнейших аспекта производства, и нет никакого сомнения в том, что для увязки производства либо с резервами источников энергии, либо с капиталовложениями в энергодобывающее оборудование "производство" должно быть определено именно таким пуристическим образом. Однако при включении производственных данных в полный баланс необходима последовательность в охвате поставок и использования энергии. Это означает, что, если, как рекомендовано выше, общий энергетический баланс должен охватывать только коммерческие формы энергии, то определение "производства" должно охватывать только рыночное производство.

72. Уголь, сырая нефть или природный газ, добытые на этапе разведки и освоения месторождения в ходе подготовки к полномасштабной коммерческой добыче, могут носить рыночный характер с точки зрения качества и других характеристик добытого источника энергии. Электроэнергия, произведенная на этапе, предшествующем вводу в эксплуатацию новой электростанции, несомненно, представляет собой рыночную продукцию. Тем не менее не вся такая продукция может фактически поставляться потребителям, включаемым в энергетический баланс.

/...

73. Имеются и другие проблемы. После добычи из шахты уголь подвергается сортировке и очистке. В зависимости от размеров и других характеристик угля, в данное время определяемого как подлежащий коммерческому сбыту, определяются количества, отвергаемые как не подлежащие сбыту, и эти количества сбрасываются в отвалы. В данный момент времени и, возможно, в течение многих лет в дальнейшем это определение останется в силе. Однако когда-либо в будущем, когда запасы угля или других видов топлива будут более скудными (или ввиду того, что доходы потребителей резко упадут в результате серьезной экономической депрессии), этот уголь, ранее выброшенный как не подлежащий сбыту, может в дальнейшем рассматриваться как пригодный для сбыта.

74. Если не подлежащий сбыту уголь исключен из статистики производства в момент добычи и тем самым исключен из графы поставок, ясно, что уголь, хранимый в отвалах, который в дальнейшем может быть сочтен подлежащим сбыту, должен рассматриваться как произведенный впервые, а не как извлеченный из запасов.

75. В этом примере изменение "сбытового статуса" угля, очевидно, не могло предвидеться с какой-либо степенью определенности, и, если этому изменению приписать значение вероятности, когда этот уголь был добыт впервые, это значение было бы чрезвычайно низким. Сейчас, в начале 80-х годов, уголю, рассматриваемому как не подлежащий сбыту в настоящее время, можно было бы приписать более высокое значение вероятности будущего экономического использования как какого-либо вида топлива.

76. Тем не менее, если определить добычу таким образом, чтобы она включала не подлежащий сбыту уголь, это означало бы постоянный рост запасов неиспользуемого в настоящее время угля. Однако следует отметить, что определение добычи с исключением не подлежащего сбыту угля, может привести к несоответствию между добычей (рассматриваемой как скорость истощения резервов) и уровнем этих резервов до такой степени, что фактическое среднее содержание полезно используемого угля на тонну добываемого материала будет отличаться от того содержания, которое предполагается при оценке уровня резервов).

#### РЕКОМЕНДАЦИЯ

10) Производство угля следует определять как добычу из залежей минус пустая порода и высевки плюс извлечения из отвалов.

77. Концептуальная проблема весьма аналогичного характера возникает в связи с сжиганием в факелах метана, добываемого попутно с сырой нефтью. В статистическом плане это более насущная проблема. Хотя такое сжигание метана в факелах происходило в значительных масштабах на Среднем Востоке и в других районах мира в течение нескольких десятилетий, лишь после событий 1973 года альтернативное



использование сжигаемых газов стало экономически возможным. При добыче нефти и попутного газа на континентальном шельфе северо-западной Европы можно было сделать выбор из следующих двух вариантов: либо довести до максимума добычу сырой нефти и той части попутного газа, которую можно было безопасно доставить на берег с помощью трубопроводов или танкеров (а именно, таких газов, как этан, пропан, бутан, конденсаты  $C_5$  и выше), что означало сжигание метана на добывающих платформах, либо отложить доставку сырой нефти на берег до тех пор, пока не будет проложена система трубопроводов для сбора всех газов. Правительство Соединенного Королевства вначале приняло первый вариант.

78. Это свидетельствует о двух фактах. Во-первых, газ, обладающий значительным коммерческим потенциалом, сжигается (или сжигался) в факелах. Во-вторых, с самого начала имелось намерение доставлять метан с помощью трубопроводов на берег, если это окажется возможным. В противоположность не подлежащим сбыту угольным отходам намерения относительно "газовых отходов" были известны с самого начала добычи сырой нефти в Северном море. Поэтому в данном случае добыча попутного газа представляет собой часть коммерческой добычи, даже если этот газ не сбывается и не накапливается в запасах. Он сжигается, и это добавляет (очень небольшие) количества тепла в окружающую среду (см. ниже).

### РЕКОМЕНДАЦИЯ

- II) Вся добыча попутного газа должна рассматриваться как часть добычи газа, причем должна быть отражена та его часть, которая сжигается в факелах. Таким образом, изменения в продукции при добыче нефти и газа не покажут "шагового изменения", когда меняется использование части газа. По аналогии в энергетическом балансе следует отражать все производство коксового и доменного газа, а количества, теряемые в качестве отходов, следует показывать в графе потерь.

### 2. Добыча и запасы

79. В качестве альтернативы доставки сжигаемого в факелах попутного газа на берег он может реинжектироваться в скважины на нефте-разработках, где он был добыт. То же самое может быть сделано и в отношении непопутного газа. В первом случае цель может заключаться в том, чтобы сохранить давление нефти в скважине, с тем чтобы добыть больше нефти. При этом может также преследоваться цель повторной добычи этого газа в дальнейшем для использования на берегу. При реинжекции газа на газоразработках цель может заключаться в сохранении реинжектированного газа для дальнейшей добычи и использования на берегу.



80. Такая реинжекция на разработках, являющихся полностью или в основном газоразработками, представляет собой прямое накопление запасов. При добыче попутного газа на нефтеразработках, однако, нет уверенности в том, что этот газ будет добыт вновь, и поэтому реинжектированный газ может статистически трактоваться либо как накопление запасов, либо как использование продукции для реинжекции, либо он может быть исключен из графы "добыча". Наиболее информативным и причиняющим наименьшие хлопоты подходом был бы второй подход. В целом простейшей мерой при составлении энергетических балансов было бы исключение всего реинжектируемого газа. (Как мы увидим ниже, может оказаться целесообразным показывать реинжекцию в собственной детальной статистике нефтегазовой промышленности).

### РЕКОМЕНДАЦИЯ

- 12) Всю добычу газа, как осуществляемую попутно с добычей сырой нефти, так и не связанную с нефтедобычей, следует отражать отдельно от газа, инжектируемого в скважины на газо- и нефте-разработках. Если инжектированный газ в дальнейшем извлекается вторично, его следует рассматривать как добытый впервые.

### 3. Запасы, потребление и отходы

81. Ядерное топливо и его производные виды выдвигают проблемы, весьма аналогичные тем, которые возникали бы при использовании угля, если бы во всех существующих коммерческих котлах, например в связи с материалами, из которых они изготовлены, можно было бы сжигать лишь часть питающего их топлива, а неполностью сожженный уголь можно было бы собирать из золы и регенерировать для питания того же самого или другого котла в будущем и если бы такое рециклирование можно было повторять три или более раз. Такая процедура соответствовала бы тому, что в широком смысле слова происходит при эксплуатации большинства существующих ядерных реакторов (известных под названием "реакторов на тепловых нейтронах"). Эту аналогию можно было бы развить несколько далее, если предположить, что золу, из которой уже не может быть регенерировано никакое способное к горению топливо для использования в каком-нибудь промышленном котле, все-таки можно было бы использовать в качестве источника тепла для нового процесса, который способен функционировать, но еще не эксплуатируется на промышленной основе. В этом случае отходы текущей технологии явились бы топливом для новой технологии. Новое поколение ядерных реакторов, которое когда-нибудь воплотит это в действительность, получило название "реактора на быстрых нейтронах" или "реакторов-размножителей" 18/.

---

18/ Более полное изложение вопросов, связанных с ядерной энергией см. в приложении II.

82. Эти ядерные процессы выдвигают две статистические проблемы в области концепций. Во-первых, производятся затраты энергии на осуществление процесса преобразования, которая лишь частично потребляется в течение какого-либо одного отчетного периода, так что разница между затратами источника первичной энергии (ядерного топлива) и выходом производного источника энергии (тепла или электроэнергии, или того и другого вместе) не означает потерь в ходе процесса, разве что в крайне незначительной степени по сравнению с количеством затрачиваемой энергии. Во-вторых, в качестве одного из компонентов этой разницы мы имеем остаток, который не может быть использован для данного конкретного процесса преобразования энергии или для любого другого процесса, осуществляемого в настоящее время в промышленном масштабе. Таким образом, в том, что касается текущего процесса преобразования, этот остаток представляет собой отходы. Тем не менее достаточно ясно (или по крайней мере в высшей степени вероятно), что в течение ближайших пяти-десяти лет эти отходы станут исходным топливом для нового процесса.

83. Ясно, что учетная структура энергетического баланса должна быть способна показать отдельно ту часть затрат ядерного топлива в течение года, которая используется за этот период, ту часть, которая подлежит регенерации для повторного использования в ходе последующих отчетных периодов, и ту часть, которая может быть регенерирована, но пока еще не может повторно использоваться для высвобождения тепла с помощью действующих промышленных ядерных процессов. В настоящем докладе мы еще вернемся к вопросу о том, как можно этого достичь в общем энергетическом балансе.

84. Ядерная энергия выдвигает и третью статистическую проблему. Вследствие очень низкого соотношения между количеством энергии, произведенной в течение года, и количеством энергии, содержащейся в ядерном топливе, проходящем через реактор в течение того же года, общее количество энергии топлива, содержащегося в активной зоне реактора, очень велико по сравнению с годовым производством тепла.

85. Это большое количество энергии, лишь незначительная часть которой "оценивается" в течение какого-то одного отчетного периода, скорее носит характер "оборотного капитала", чем просто запасов топлива. Далее, в течение нескольких лет подготовки к осуществлению ядерной энергетической программы количества накопленной энергии, содержащейся в топливе, первоначально загружаемом в активные зоны реакторов новых электростанций, очень велики по сравнению с количествами накопленной энергии частично выгоревшего топлива, выгружаемого из действующих реакторов. Поэтому необходимо обеспечить в общем энергетическом балансе соответствующие подразделы по категории "движение запасов". Мы вернемся к этому вопросу ниже.

## IV. УРОВНИ УЧЕТА И УЧЕТНЫЕ ЕДИНИЦЫ

### A. Общие положения

86. В конце главы II было дано краткое описание трех уровней измерения, которые в идеальном случае должны быть отражены в общем энергетическом балансе. Это следующие уровни:

а) Первичная энергия и ее эквиваленты. Поставки в результате добычи, извлечения из запасов или чистого импорта первичной энергии, а также поставки, не связанные с добычей эквивалентов первичной энергии. (Эквиваленты первичной энергии — это потоки, возникающие в результате чистой торговли источниками вторичной энергии или использования ее запасов. Эти два последних потока, один из которых или они оба могут быть отрицательными, эквивалентны потокам первичной энергии в пределах соответствующей страны).

б) Предоставленная энергия. Поставки первичной энергии в результате добычи, извлечения из запасов или чистого импорта плюс поставки вторичной энергии, полученной в результате преобразования, извлечения из запасов или чистого импорта, для использования конечными потребителями энергии.

с) Полезная энергия. Энергия, фактически преобразованная в полезное тепло или работу конечными потребителями энергии путем использования предоставленных им источников первичной и вторичной энергии с помощью данного комплекса энергопотребляющего оборудования, устройств и процессов в заданном режиме эксплуатации этих средств.

87. В той же главе определялись "затраты первичной энергии" или "эквивалент ископаемого топлива" источника вторичной энергии как количество первичной энергии, которое фактически или на основе заявленного предположения потребовалось бы в качестве прямых энергетических затрат на процесс преобразования энергии, продукцией которого является тот или иной источник вторичной энергии (например, электроэнергия). В настоящей главе более детально исследуются некоторые частные случаи применения и интерпретации этой концепции.

### B. Затраты первичной энергии на удовлетворение конечного спроса

88. Эта концепция легко применима к традиционным энергопреобразующим отраслям, в частности к тепловым электростанциям, нефтеперерабатывающим заводам, коксовым печам и газовым заводам, хотя (как указывалось в главе II) эта концепция обычно применяется лишь к электроэнергии и иллюстрирует тот факт, что конечные потребители энергии фактически предъявляют спрос на общее количество источников первичной энергии, необходимой для удовлетворения их

потребностей во вторичных источниках (тем самым автоматически учитывая технологические потери в отраслях, занимающихся преобразованием и распределением энергии).

89. Иногда высказывалось мнение, что конечный спрос на энергию следует регистрировать либо таким образом, либо в виде полезной энергии 19/. В соответствии с этой аргументацией анализ конечного потребления энергии в единицах поставленной энергии, особенно если он используется для составления или отображения прогнозов, ложно подразумевает, что  $x$  единиц электроэнергии могут заменить собой  $x$  единиц любого другого источника энергии, и что такая арифметическая подстановка оставит без изменения общий уровень потребления энергии рассматриваемой отраслью (например, обрабатывающей промышленностью) и экономикой в целом. Замена электроэнергии любого другого источника энергии, помимо электрической, и наоборот, как указывают сторонники этой аргументации, фактически означает замену одной единицы электроэнергии примерно тремя единицами любого другого энергетического источника с точки зрения затрат первичной энергии; сторонники такой аргументации утверждают, что избежать такой ошибочной замены при рассмотрении, к примеру, возможных изменений прогноза можно только в том случае, если потребление электроэнергии будет учитываться в единицах затрат первичной энергии.

90. Этот аргумент не очень убедителен, поскольку анализ конечного потребления энергии на этой основе может привести к ложной интерпретации. Ничего не подозревающий читатель может ошибочно решить, что замена электроэнергии другими источниками энергии и наоборот в соотношении 1:1 оставляет в руках конечных потребителей одно и то же общее количество энергии. Более серьезное возражение против того, чтобы показывать конечное потребление энергии лишь с точки зрения затрат первичного топлива, связано с тем, что в этом случае "изымается" все отработанное тепло, получающееся при производстве электроэнергии, и оно включается в показатель энергии, использованный секторами, потребляющими электроэнергию. Если на электростанциях осуществляется регенерация отработанного тепла с помощью одновременного производства тепла и электроэнергии и если это тепло регистрируется как источник энергии в разделе баланса, касающемся поставок, то продукция будет отражена в виде тепла без отражения соответствующих затрат, на основании которых это тепло было произведено 20/. Даже в отсутствие регенерации тепла, а фактически и при регенерации тепла в размере менее 100%, излучение бросового тепла в окружающую среду в любом случае должно (по крайней мере

---

19/ См. La Revue de l'Energie (январь, 1976).

20/ См. Ramain (1977).

можно выдвинуть такой аргумент) приписываться той отрасли, которая его фактически производит 21/.

91. Эффективный спрос конечных потребителей энергии представляется на полезную энергию, которую их оборудование или используемые ими процессы извлекают в качестве полезного тепла, работы или света из источников энергии, поставляемых им энергетическими отраслями промышленности. Конечные потребители энергии осуществляют замену одного источника энергии другим в соотношении 1:1 на основе соображений стоимости или удобства, если это дает им то же количество полезной энергии. (Это утверждение чрезмерно упрощает ситуацию, но оно верно в своей основе). Если — и в данном случае это очень большое "если" — имелись бы полные данные о полезной энергии, то указанный конкретный уровень учета имел бы наибольшее значение для анализа прошлых тенденций потребления энергии и для осуществления попыток прогнозировать или изучать последствия будущих структур потребления энергии.

92. Отсутствие достаточных данных о полезной энергии, необходимых для того, чтобы в общем энергетическом балансе можно было учитывать потребление на этом уровне, означает, что в настоящее время уровень поставок энергии представляет собой самый низкий уровень, который в целом может быть отражен в общем энергетическом балансе 22/. Одним из последствий того, что энергетический баланс распространяется только до этого уровня, является сосредоточение всех потерь энергии в энергопреобразующих отраслях, и отказ от отображения очень больших потерь, которые происходят при преобразовании предоставленной энергии в полезную (с коэффициентом полезного действия 80% или более для электроэнергии и менее 50% для многих других форм энергии). Из этого, однако, не следует, что в энергетическом балансе должны быть показаны только затраты первичного топлива на производство источников энергии, поставляемых ее конечным потребителям 23/.

---

21/ Излучение отработанного тепла происходит не только на электростанциях. В конечном итоге вся потребленная энергия возвращается в окружающую среду в виде тепла. См. работу Неббья (Nebbia) (1975), в которой рекомендуется учет всех потерь, излучаемых в окружающую среду.

22/ Такова обычная ситуация в развитых странах. В противоположность этому Индия в течение 10 лет или более основывала свою энергетическую статистику на учетной единице ("тонна замещенного угля"), отражающей полезную энергию, которую можно извлечь из каждого источника энергии в рамках текущей практики. См. Chatterjee (1971).

23/ См. P. Ramain, "Equivalences entre électricité et combustibles — éléments pour une discussion critique", Revue de l'Energie, 1976. М. Рамэн развивает эту аргументацию далее в своей книге (1977).

/...

РЕКОМЕНДАЦИЯ

- 13) Энергетический баланс должен отражать все потоки на каждом уровне, которые могут быть адекватным образом зарегистрированы на основании существующих данных, с тем чтобы взаимосвязь между поступлением первичной энергии на преобразование, выходом вторичной энергии после преобразования и потерями в ходе преобразования нашли четкое отображение. Для некоторых целей полезны в качестве дополнительных статистических данных сведения об источниках вторичной энергии, поставленных конечным потребителям энергии, в виде эквивалента затрат первичного топлива, однако оценка его может оказаться затруднительной в связи с отсутствием достаточных данных.

C. Затраты первичной энергии на производство электроэнергии на атомных и гидравлических электростанциях

I. Производство электроэнергии на атомных электростанциях

93. Основные физические характеристики процесса ядерного деления описаны в приложении II. На всех действующих атомных электростанциях тепло, высвобождаемое в ходе процесса, преобразуется в пар, а затем с помощью турбин — в электроэнергию. В будущем тепло деления ядер может использоваться более непосредственным образом для осуществления ограниченного ряда высокотемпературных промышленных процессов (таких как выплавка металла из руды), что, возможно, будет сопровождаться регенерацией тепла для его использования в интересах более низкотемпературных процессов. Что же касается нынешней ядерной технологии, то статистическая проблема заключается в том, каким образом трактовать в энергетическом балансе электроэнергию, произведенную на атомных электростанциях.

94. Возможны три подхода. Проще всего было бы регистрировать всю произведенную электроэнергию как таковую и игнорировать предшествующие затраты энергии. Наиболее общий подход заключается в выражении всей произведенной электроэнергии <sup>24/</sup> в единицах энергетического содержимого ископаемого топлива, которое потребовалось бы для производства того же количества электроэнергии на обычных тепловых электростанциях. Третий подход может заключаться в количественном выражении тепла, высвобожденного реакторами атомных электростанций за тот же период.

---

<sup>24/</sup> Имеются по крайней мере три различных уровня измерения произведенной электроэнергии: производство минус количество, потребленное на электростанциях = наличная (или предоставленная) энергия минус энергия, потребленная гидроаккумулирующими электростанциями = чистые поставки.

95. Второй подход основан на понятии, касающемся модели частично-го замещения 25/, в которой постулируется выбор между капиталовложениями в строительство традиционной тепловой электростанции или атомной электростанции, причем предполагается, что результаты выбора зависят от того ископаемого топлива, которое не будет использоваться, если вместо станции на ископаемом топливе будет построена атомная электростанция. Такова формулировка проблемы экономистом, мыслящим категориями "оптимальных издержек" на строительство атомной электростанции.

96. Этот подход имеет много положительного в контексте предполагаемого инвестиционного решения, особенно с учетом сокращения поставок нефти примерно к 2000 году. Однако, когда такое решение уже принято и чем больше оно отходит в прошлое, тем меньше, как представляется, будет оснований для того, чтобы и в дальнейшем придерживаться расчета оптимальных издержек в историческом плане. Независимо от того, следует ли или не следует придерживаться этого подхода после принятия решения, налицо ряд вопросов, на которые не имеется ответа: Какие электростанции, работающие на ископаемом топливе, должны быть положены в основу для определения коэффициента полезного действия в применении к прогнозируемому или предполагаемому количеству электроэнергии, производимой на атомных электростанциях? И должны ли эти электростанции включать:

Все действующие традиционные тепловые электростанции?

Все действующие электростанции, работающие под базовой нагрузкой? 26/

Все новые традиционные электростанции, которые были бы построены, если бы не была построена атомная электростанция?

Действующие станции (станцию), которые будут закрыты навсегда после ввода в строй атомной электростанции (которая призвана их заменить)?

Новейшие построенные традиционные электростанции, работающие на ископаемом топливе?

В текущей практике придерживаются двух принципов: используется (для простоты) либо средний тепловой КПД всех действующих тепловых электростанций (такой практики придерживается СБЕС), либо КПД тепловых электростанций, построенных в том же году, что и каждая

---

25/ См. документ ОЭСР (1977).

26/ После запуска реактора выделение им тепла не может быть полностью прекращено, а затем возобновлено, как это возможно в отношении электростанции, работающей на ископаемом топливе. Поэтому атомные электростанции эксплуатируются как постоянно действующие или находящиеся под "базовой нагрузкой".



атомная электростанция (такой практики придерживается Соединенное Королевство).

97. Любая из этих двух основ иллюстрирует субъективный характер предположений, определяющих затраты первичного топлива на производство объективно измеримой энергетической продукции. Более объективная концепция определения затрат первичного топлива желательна не только для того, чтобы избежать такого произвольного подхода.

98. Поиски более строгого подхода к определению энергетических затрат на производство электроэнергии на атомных электростанциях обусловлены тремя причинами: необходимость показать зависимость страны от импорта источников энергии; необходимость учитывать возможность будущего прямого промышленного использования тепла, выделяемого при делении ядер; аномалия трактовки какого-либо одного четко определяемого источника первичной энергии (расщепляющихся материалов) совершенно по-иному, чем трактуются другие, в целом аналогичные источники первичной энергии (ископаемые виды топлива). Какая бы ни была принята учетная структура энергетического баланса, она должна быть достаточно гибкой, чтобы охватывать, не жертвуя ни одним из важнейших принципов, ядерную энергию и другие новые или возобновляемые формы энергии на постоянной основе. Ниже мы вернемся к вопросам детальной адаптации существующих балансов к включению в них запасов ядерного топлива. Такая адаптация тем более необходима в связи с ростом объема внешней торговли элементами ядерного топлива и облученным топливом.

99. Не вдаваясь на данном этапе глубже в детали учета ядерного топлива, можно прямо указать, что затраты первичной энергии на производство электроэнергии на атомных электростанциях выражаются в виде ядерного топлива, иными словами, тепла, высвобождаемого из ядерного топлива в активной зоне реактора. Это ядерное тепло может использоваться для приведения в действие электрических турбогенераторов или (может быть, только лет через десять) для осуществления высокотемпературных промышленных процессов. Количество высвобождаемого тепла может быть измерено непосредственно или рассчитано на основе известных или предполагаемых тепловых КПД производства электроэнергии на атомных электростанциях. Такой подход используется в Соединенных Штатах и Швеции.

#### РЕКОМЕНДАЦИЯ

- 14) Затраты первичной энергии на производство электрической энергии на атомных электростанциях в принципе должны определяться как количество тепла, высвобожденное реакторами за отчетный период. На практике это может быть заменено расчетной величиной, получаемой путем деления количества выработанной на атомных электростанциях энергии на средний коэффициент полезного действия (КПД) на всех атомных электростанциях.

/...



## 2. Гидромеханическая энергия

100. Гидромеханическая энергия <sup>27/</sup> играет большую роль в ряде более развитых стран <sup>28/</sup> и имеет большое потенциальное значение во многих менее развитых странах. В связи с тем, что точки возможного получения гидромеханической энергии и рынки сбыта продукции, которую можно было бы производить на основе непосредственного использования гидромеханической энергии, обычно разделены большими расстояниями, такая энергия обычно подается на водяные турбины для преобразования в электроэнергию, вместо того чтобы прямо подключать их к механическим приводам машинных устройств. (В менее развитых странах мелкомасштабные гидромеханические установки могут располагаться в широко разбросанных пунктах, непригодных для строительства крупных электростанций).

101. Таким образом, гидравлическая и ядерная энергия до сего времени обладают общими характеристиками в связи с тем, что обе эти формы энергии почти целиком используются для преобразования в электрическую энергию, прежде чем они будут применены в качестве источника энергии. В результате гидроэлектроэнергия статистически трактуется так же, как и электроэнергия, произведенная на атомных электростанциях, в большинстве, если не во всех энергетических балансах, где она учитывается, а именно: она регистрируется либо в единицах тепловой ценности произведенной электроэнергии, либо в виде затрат ископаемого топлива, которое потребовалось бы для производства того же количества электроэнергии на традиционных тепловых электростанциях. Некоторые страны, обладающие гидроэнергетическим потенциалом, условно приписывают производимой гидроэлектроэнергии расчетную величину затрат первичной энергии на основе механического КПД водяных турбин.

102. Как и в области производства электроэнергии на атомных электростанциях, для производства гидроэлектроэнергии "модель частичного замещения" применима лишь в контексте политических решений, связанных с реальным выбором между строительством тепловой, атомной или гидравлической электростанции. Однако, как и в отношении атомных электростанций, этот статистический подход обладает весьма сомнительной ценностью вне рамок решения таких проблем. При использовании такого подхода вновь возникает вопрос о том, какого рода тепловые электростанции должны рассматриваться в качестве альтернативы гидроэлектростанции. Если речь идет о гидроэлектростанциях, то перечень альтернатив, приведенных в пункте 96, должен быть расширен, и в него должны быть включены станции, работающие в периоды

---

<sup>27/</sup> Это полезное общее определение используется Гийодем (1977).

<sup>28/</sup> Австрия, Исландия, Испания, Канада, Новая Зеландия, Норвегия, Португалия, Соединенные Штаты Америки, Турция, Швейцария и Швеция классифицируются ОЭСР как страны, обладающие гидроэнергетическим потенциалом.

пиковых нагрузок (это могут быть газотурбинные станции), поскольку — в отличие от атомных электростанций — гидроэлектростанции легко могут быть остановлены и снова пущены в ход.

Ю3. В странах, где широко используется гидроэнергия или где велик гидроэнергетический потенциал, выбор ядерной энергии может не нести больших выгод, однако, если он будет сделан, то могут быть выдвинуты аргументы в пользу выражения эквивалента первичного топлива при производстве электроэнергии на атомных электростанциях с точки зрения оптимальных затрат гидроэнергии, а не ископаемого топлива. По крайней мере в трех таких странах (Канада, Новая Зеландия и Норвегия) твердо придерживаются того взгляда, что альтернативой дешевой гидроэлектроэнергии являются не тепловые или атомные электростанции, а прямое сжигание твердого или жидкого топлива для производства большей части тепла для отопления и некоторой части технологического тепла. Имеется и еще одно возражение против применения принципа затрат ископаемого топлива к гидроэлектроэнергии. Оно заключается в том, что при таком сравнении гидроэлектроэнергии приписывается наличие некоторого количества пригодного для регенерации отработанного тепла, которого на самом деле не имеется. Такое ошибочное отображение данных неприемлемо в контексте сохранения энергии.

Ю4. Строго говоря, затраты первичной энергии на производство гидроэлектроэнергии выражаются в кинетической энергии падающей воды. Однако промышленное производство гидроэнергии всегда носит форму производства электроэнергии, и в контексте энергетических балансов стремление обеспечить концептуальную чистоту до такой степени, чтобы давать иное количественное выражение потока энергии, который в коммерческом плане оценивается только как производство электроэнергии, не служило бы никакой полезной цели.

Ю5. Однако регистрировать гидроэнергию в балансе лишь с точки зрения произведенной электроэнергии означало бы осложнять интерпретацию сопоставлений общей первичной энергии между странами или во времени, и поэтому при проведении таких сопоставлений принято выражать затраты первичной энергии на производство гидроэлектроэнергии в единицах затрат эквивалентного ископаемого топлива. Важно, однако, признать, что такая процедура представляет собой лишь статистическое средство ликвидировать одну из причин неоднобразия в сопоставлениях, но не является реалистичной корректировкой для перехода к основам единообразной технологии.

#### РЕКОМЕНДАЦИЯ

- И5) Затраты первичной энергии на производство гидроэлектроэнергии следует определять как энергетическое содержание самой электроэнергии. Энергетический эквивалент ископаемых видов топлива следует регистрировать в качестве дополнительного показателя, используя для простоты либо средний тепловой КПД всех традиционных тепловых электростанций в соответствующей стране, либо стандартный КПД в размере, скажем, 35%.

/...

Д. Затраты первичной энергии на возобновляемые  
источники энергии

106. "Возобновляемые источники энергии" - это удобный термин, обозначающий энергию, которая может быть получена из биомассы, солнечной радиации, разности температур, порождающей течения в глубоководных зонах океанов или обнаруживаемой в скальных породах под поверхностью земли, разности атмосферного давления, порождающей ветры, и естественных или созданных человеком различий в уровнях воды в водоемах.

107. Биомасса состоит из земной или водной растительности и ее остатков (например, древесное топливо, хворост, опавшие листья, скорлупа диких орехов), а также сельскохозяйственных культур и их остатков (например, солома и полowa зерновых, стерня джута, багасса). Этот термин охватывает также животную продукцию и ее остатки (например, жир, навоз), но не включает мускульную силу животных и человека, используемую в сельскохозяйственной или другой производственной деятельности. (Вопросы энергии животных и человека обсуждаются в следующем разделе). Биомасса может рассматриваться как одна из форм преобразованной солнечной энергии.

108. Не вся биомасса обязательно является возобновляемой. Древесное топливо может собираться в лесах или на облесенных участках, которым часто наносится непоправимый урон или которые полностью уничтожаются в результате этой практики. С другой стороны, древесное топливо может собираться на хорошо обслуживаемых лесных участках, специально засаженных быстрорастущими видами деревьев или кустарников, подходящих для этой цели. Геотермальная энергия также может носить возобновляемый или невозобновляемый характер в зависимости от того, до какой глубины определен источник тепла и насколько точно известны границы массы нагретых скальных пород; это может также зависеть от скорости отвода тепла из относительно изолированной массы скальных пород и от того, является ли скорость отвода тепла выше или ниже скорости нагрева этой массы от смежного с ней более крупного источника геотермального тепла.

109. Солнечная энергия может использоваться с помощью ряда способов. Как указывалось выше, она может преобразовываться в органические материалы путем крупномасштабного выращивания наземной или морской растительности, а эти материалы могут затем ферментировать или перегоняться для производства спирта, либо служить сырьем для производства горючего газа, либо высушиваться для прямого сжигания. С другой стороны, солнечная радиация может непосредственно преобразовываться в электроэнергию с помощью солнечных фотоэлементов или улавливаться в виде тепловой энергии солнечными коллекторами и храниться или использоваться в виде нагретой воды. С помощью должным образом разработанного оборудования солнечные лучи могут оптически фокусироваться для создания достаточно высоких

температур, позволяющих добиться испарения некоторых материалов, таких как фреон, или получать пар из воды для тепловых машин, или даже — при еще более высоких температурах — использовать их еще более прямым образом для осуществления промышленных процессов, таких как выплавка металлов их руд.

IIО. Разность давления воды или атмосферного давления может использоваться с помощью соответствующего оборудования, способного улавливать энергию водопадов, рек и приливов или реагировать на движение волн и воздушных потоков. Уловленная механическая энергия может преобразовываться в электрическую или, что еще проще, использоваться для нагрева соответствующей среды путем сжатия. В отличие от электроэнергии такое тепло может легко накапливаться.

III. По аналогии с такой теоретической трактовкой гидромеханической энергии, которая логически могла бы использоваться (но фактически не рекомендуется), затраты первичного топлива на новые механические устройства могли бы выражаться уловленной ими энергией. Здесь можно было бы выдвинуть тот аргумент, что такой метод неспособен показать КПД устройства в отношении улавливания всей первичной энергии, которую оно может уловить теоретически: трение и другие неизбежные препятствия (и препятствия, которых можно избежать) приводят к потере части кинетической энергии потоков воды или воздуха, попадающих на собирающее устройство.

II2. Если распространить эту мысль на устройства для улавливания солнечной энергии, то можно рассудить, что энергия, которая теоретически может быть уловлена, представляет собой всю солнечную радиацию, достигающую земной атмосферы, а чтобы увеличить долю солнечной энергии, достигающую земной поверхности, человек может снизить уровень хотя бы той части загрязнения атмосферы, которая является делом рук человека, и, возможно, пойти еще дальше и заняться рассеиванием по крайней мере части естественного облачного покрова. Такая аргументация, однако, была бы несколько педантичной и мало способствовала бы делу. Представляется достаточным рассматривать в качестве меры первичной энергии, полученной из солнечной радиации, лишь собранное солнечное тепло.

II3. Что касается материалов, пригодных для ферментации, употребления в пищу, на корм скоту или для сжигания, а также электроэнергии, полученной более прямыми методами из солнечной радиации, то представляется, что энергетическое содержание материала или произведенной электроэнергии является достаточной мерой затрат первичной энергии при использовании таких методов улавливания солнечной энергии.

II4. Все эти предложения, разумеется, ограничиваются содержанием рекомендаций, приведенных в главе III, в отношении границ между коммерческими и некоммерческими формами энергии.

/...

## РЕКОМЕНДАЦИЯ

- 16) Первичную энергию, получаемую из так называемых возобновляемых источников энергии, следует определить следующим образом, применяя это определение к выходу энергии на первой стадии процесса ее улавливания, дающего измеримую продукцию в виде тепловой, электрической или механической энергии:

Солнечная энергия:	Биомасса	Выход тепла в ферментационной, дистилляционной или сжигающей установке
	Фотоэлемент	Выход электроэнергии
	Прочие собирающие устройства	Выход тепла из установки
Энергия воды и воздуха:		Выход механической, тепловой или электрической энергии
	Геотермальная и океаническая термальная энергия:	Выход тепла из улавливающей установки.

Экономистам и инженерам, работающим в области КПД преобразования с использованием этих методов, может потребоваться, кроме того, оценка "потенциально регенерируемой энергии", которая может быть уловлена. Что касается основных источников возобновляемой первичной энергии (топливная древесина и аналогичные материалы, остатки растениеводства и животноводства), то соответствующее количество первичной энергии выражается оценкой энергетического содержания каждого такого источника энергии.

II5. Прежде чем завершить эту часть изложения, можно отметить, что имеются и другие классификационные дихотомии, помимо тех, которые уже рассматривались (например, "коммерческие/некоммерческие" и "возобновляемые/невозобновляемые" формы энергии). Одна из таких дихотомий касается "обычных/необычных" источников энергии, где под словом "обычные" подразумевается ископаемое топливо, крупномасштабные гидроэлектрические и геотермальные станции; понятие "необычные" (с точки зрения развитой страны) охватывает все вышеупомянутые возобновляемые источники энергии, а также (по крайней мере в принципе) источники мускульной энергии человека и животного. (Сейчас уже неясно, каким образом следует классифицировать ядерную энергию: она относилась к "необычным" источникам, пока не получила широкое распространение. Некоторые страны сейчас могут рассматривать ее как обычный источник, по крайней мере в контексте

/...

собственной энергетики). Далее, с точки зрения развивающейся страны топливная древесина, древесный уголь и остатки сельскохозяйственного производства едва ли могут рассматриваться как необычные источники энергии. Другая важная дихотомия, которая иногда применяется в рамках группы возобновляемых источников энергии, касается различий между "традиционными/нетрадиционными" источниками. Традиционные возобновляемые источники — это источники, связанные с биомассой, и (в принципе) источники мускульной энергии животных и человека, а нетрадиционные (которые иногда называют "новыми") и возобновляемые источники энергии — это биогаз, солнечная, ветровая, приливная энергия, энергия минигидроэлектростанций, океаническая термальная энергия и спирт, используемый в качестве топлива. Четырехсторонняя классификация, охватывающая все типы топлива, представлена выражением "коммерческая/традиционная/необычная/мускульная". (Этот вопрос рассматривается в приложении VII. Любую такую классификацию придется пересматривать через 5-10 лет, когда могут измениться взгляды на то, что следует считать "необычным").

#### Е. Энергия животных и человека

II6. В некоторых районах мира (например, в Южной Азии) телеги, запряженные быками, и другой транспорт с использованием живого тягла, составляют значительную долю общего сухопутного транспорта не только для перевозки сельскохозяйственных материалов и продуктов, но и для перевозки пассажиров и общих грузов. В горных районах этого региона (например, в Непале) мужчины, женщины и дети часто транспортируют грузы на голове, спине или на плечах. В некоторых равнинных районах (например, в Бангладеш) весьма значительная часть пассажиров и грузов даже в городских районах перевозится рикшами с помощью педальных транспортных средств и ручных повозок.

II7. И в других регионах (например, в Африке) доставка воды, перевозка товаров на рынок и обратно осуществляется женщинами или с помощью животных. В развивающихся странах всего мира сельскохозяйственные работы выполняются мускульной силой мужчин и женщин с помощью или без помощи быков или других животных. Из этих замечаний следует, что любой всеобъемлющий учет поставок и потребления энергии в большинстве развивающихся стран будет совершенно неполным, если он не будет включать оценку вклада энергии человека и животных в экономическую деятельность.

II8. Прежде чем продолжить изложение материала, следует рассмотреть одну концептуальную проблему. Компонент мускульной силы человека в энергетических затратах на осуществление экономической деятельности действительно отражает потенциальный спрос на ископаемые виды топлива и/или электроэнергию, однако в то же время эта мускульная сила представляет собой физическое воплощение труда как фактора производства. В национальных счетах труд находит количественное выражение как одна из составных частей добавленной

/...

стоимости (остальные составные части — это арендная плата, прибыль и процентная ставка). В данном конкретном контексте затраты человеческой энергии — будь то мускульной силы или умственной энергии — не могут трактоваться как затраты энергии вместо вышеуказанных факторов или наряду с ними, за исключением того случая, когда неизменные показатели рассматриваются так, как если бы они уже представляли денежную стоимость энергии человека.

II9. Тем не менее не вызывает сомнений, что мускульная сила человека представляет собой важный источник энергии, особенно в развивающихся странах, и его не следует игнорировать при оценке возможного будущего диапазона спроса в той или иной развивающейся стране на ископаемое топливо и другие источники энергии. Кроме того, интересно и полезно показать оценку степени текущей зависимости данной страны от этой конкретной формы энергии. Вопросы мускульной силы животных не связаны с концептуальными проблемами такого рода, и предположительные количества такой энергии также должны включаться в энергетические счета развивающихся стран.

I20. В принципе количество умственной энергии человека, вкладываемой в экономическую деятельность, которая охватывается национальными счетами, также должна включаться в энергетические балансы, по крайней мере в той мере, в какой такая энергия (и некоторые связанные с этим чисто физические усилия) может быть заменена электронными устройствами, которые сами требуют расхода электроэнергии (а следовательно и первичной энергии). Представляется, что на практике этот частный элемент спроса на энергию едва ли заслуживает попыток отдельного количественного определения.

I21. Фактическое количественное выражение мускульной силы человека и животных могло бы основываться на оценке работы в лошадиных силах в час (в пересчете на джоули), осуществленной в течение года в ходе переноски или перевозки грузов различных размеров на различные расстояния в различных типах местности, характеризующейся различной крутизной склонов. Если измерения, необходимые для такого подхода, могут быть произведены удовлетворительным образом, то можно указать, что еще более полезной основой для такой оценки было бы выражение всех таких выполняемых задач в виде примерного количества ископаемого топлива, которое потребовалось бы, если бы эти задачи выполнялись с использованием механических транспортных средств и оборудования. При прогнозировании пришлось бы, разумеется, сделать реалистические допущения относительно возможных изменений характера, а также объема по крайней мере некоторых таких разнообразных задач (например, вероятности сооружения водопровода вместо доставки воды по дорогам или тропам). Выражение нынешнего и будущего использования энергии животных и человека в эквиваленте ископаемого топлива представляет собой статистический показатель, который имел бы чрезвычайно большое практическое значение для целей разработки энергетической политики.



## Ф. Затраты первичного топлива для целей торговли

I22. В связи с внешней торговлей возникают проблемы двоякого рода. Одна из них касается видимой торговли источниками энергии (включая торговлю неэнергетической продукцией энергетических отраслей промышленности). Вторая связана с более широким вопросом о невидимой торговле, или торговле овеществленной энергией, а именно энергией, овеществленной в такой продукции, которая прямо носит неэнергетический характер.

### Г. Видимая торговля энергией

I23. Обычная практика энергетических балансов состоит в регистрации импорта и экспорта производных источников энергии в той форме, в какой осуществляется торговля. Такой подход отличается четкостью и простотой, однако можно было бы сказать, что при этом по-разному трактуются экспорт, с одной стороны, и внутреннее потребление, с другой. Выше в настоящей главе был принят тот тезис, что затраты первичной энергии при производстве электроэнергии могут представлять собой полезный статистический показатель, показывающий ресурсы первичной энергии, которые необходимы для удовлетворения данного объема спроса на электроэнергию. Этот спрос может предъявляться внутренним или экспортным рынком. Требуемые затраты первичного топлива не зависят от характера рынка, который фактически потребляет электроэнергию. Поэтому можно привести тот аргумент, что, если внутренний спрос, предъявляемый конечными потребителями энергии, может быть полезным образом выражен в виде затрат первичного топлива, то аналогичным образом может быть выражен и экспортный спрос.

I24. Если принять этот принцип, то возникает вопрос о том, не следует ли в целях достижения последовательности выражать импорт электроэнергии также в единицах затрат первичного топлива. В конечном счете импортируемая электроэнергия дает в руки страны-импортера высококачественную энергию, которую в противном случае ей пришлось бы производить самой, затрачивая примерно в три раза больше первичной энергии <sup>29/</sup>. Соответствующим образом можно было бы сказать, что, если экспорт электроэнергии выражается на основе затрат первичной энергии страной, осуществляющей экспорт, то в целях достижения международной сопоставимости страна-импортер должна регистрировать импорт электроэнергии на той же основе. С другой стороны, если регистрировать импортируемую электроэнергию в виде затрат первичной энергии, то это было бы равнозначно приписыванию стране-импортеру некоторой части пригодного для регенерации отработанного

---

<sup>29/</sup> Понятия "затраты первичной энергии" или "эквивалент ископаемого топлива" могут включать источники вторичной энергии (например, топливную нефть), используемые в энергопреобразующих отраслях.



тепла, а использование затрат первичной энергии в качестве показателя экспортируемой электроэнергии сократило бы количество отработанного тепла, которое теоретически могло бы быть регенерировано страной-экспортером.

I25. Применение этого же принципа к внешней торговле нефтепродуктами выдвигает более трудный вопрос, и на концептуальном уровне он не может быть снят тем аргументом, который приводился выше в настоящем руководстве и касался неприменения концепции затрат первичного топлива к поставкам нефтепродуктов (а именно, речь шла о том, что общие потери энергии в процессе нефтепереработки крайне малы по сравнению с продукцией, и в пропорциональном отношении они намного меньше потерь на электростанциях, составляющих порядка 65%). Трудность возникает в связи с тем, что, если для общего внутреннего потребления доля каждого потребляемого вида нефтепродуктов будет, вероятно, грубо соответствовать их доле в составе продукции нефтеперегонных заводов, то импортируемые нефтепродукты, вероятно, будут ограничены иным перечнем.

I26. Поэтому непросто соотнести эти два торговых потока с количеством первичного топлива (а именно сырой нефти), необходимого для экспорта или для производства импортных продуктов, если бы они не импортировались, а производились вместо этого в стране-импортере. Невозможно просто приписать каждому продукту общее количество сырой нефти, которое потребовалось бы для его производства, поскольку, если взять любой такой продукт в отдельности (который, вероятно, составляет лишь около 10% общего количества сырой нефти), то приписываемое ему количество сырой нефти примерно в 10 раз превысило бы количество этого продукта. Если производить эти расчеты по каждому продукту (причем каждому соответствовала бы неодинаковая доля общего производства нефтепродуктов из сырой нефти), то одна и та же "материнская" сырая нефть учитывалась бы в расчете несколько раз; однако даже в этом случае не все продукты, которые в обычных условиях могут быть получены из этого количества сырой нефти, вошли бы в импортный или экспортный торговые потоки рассматриваемой страны, а некоторые производные количества "материнской" сырой нефти, очевидно, не совпали бы с общей суммой 30/.

I27. Трудности аналогичного типа возникают в отношении импорта кокса или другого твердого топлива и в отношении неэнергетической продукции, получаемой при производстве других источников первичной энергии. Из всех этих соображений можно сделать тот вывод, что проще всего обеспечить адекватное отображение торговых потоков, если регистрировать их в виде энергетического содержания источников энергии или электричества, которые фактически пересекают границы.

---

30/ Уже упоминалось, что МЭА приписывает каждому нефтепродукту средний коэффициент потребления топлива на нефтеперегонных заводах и потерь, возникающих при нефтеперегонке. Показатели по всем продуктам умножаются на 1,065, в результате чего получается эквивалент сырой нефти.

/...

### РЕКОМЕНДАЦИЯ

- I7) Импорт и экспорт вторичных источников энергии следует регистрировать для целей общего энергетического баланса в виде энергетического содержания топлива (или электроэнергии), которое фактически пересекает национальные границы. Если необходим более детальный анализ доли первичной энергии во внешней торговле, такой анализ может быть сделан, однако он должен представлять собой дополнение к общему энергетическому балансу, а не являться его частью. Торговлю неэнергетическими продуктами, полученными из источников первичной энергии (например, смазочными веществами, сажей, электродами), следует отражать в основном энергетическом балансе.

## 2. Невидимая торговля энергией

I28. Статистической мерой зависимости или независимости страны от поставок энергии из-за границы является отношение импортируемой ею энергии к внутреннему потреблению энергии. Это отношение может определяться по-разному в зависимости от того, каким образом трактуются изменения запасов энергии, экспорт, bunkеровка и неэнергетические продукты. На данной стадии изложения материала следует указать, что любое такое соотношение, определяемое исключительно с точки зрения запасов и потоков видимых источников энергии, может дать результат, в значительной мере отличающийся от того, который был бы получен, если бы учитывались также потоки невидимой торговли энергией, т.е. энергией, овеществленной во всех импортируемых или экспортируемых товарах.

I29. Для иллюстрации этого положения рассмотрим страну, импортирующую большие количества металлических руд и экспортирующую алюминий и другие металлы. Такой стране потребуются также большие количества высокотемпературного тепла, и, если она не располагает соответствующими запасами гидроэнергии, она должна производить или импортировать значительные количества источников первичной или вторичной энергии. Если эта страна теперь заменит импорт руды импортом металла в виде полуфабрикатов, но сохранит уровень и состав экспорта без изменения, то она может значительно сократить видимое потребление энергии из отечественных или импортируемых источников. Это уменьшение отношения ее видимого импорта к общему потреблению энергии не отражает сохранившуюся зависимость страны от импорта энергии, поскольку теперь она импортирует энергию, овеществленную в металлоизделиях-полуфабрикатах.

I30. Для некоторых детальных оценок общих поставок и потребления энергии любой страны необходимо учитывать как видимую, так и невидимую торговлю энергией, однако такой анализ выходит за рамки

таблицы общего энергетического баланса в том виде, в каком она предусматривается в настоящем руководстве 31/.

### РЕКОМЕНДАЦИЯ

- 18) Международная торговля овеществленной энергией представляет собой подходящую тему для детальной оценки энергетических проблем. Однако общий энергетический баланс должен составляться в первую очередь на основе лишь видимой торговли источниками энергии в числе других потоков.

### Г. Высшая и низшая теплотворная способность

131. Энергия, заключенная в ископаемых видах топлива, может быть измерена на одном или на двух уровнях. Высшая теплотворная способность (ВТС) – это полное количество теплоты, выделяемое при сгорании топлива, однако часть этой теплоты будет представлять собой скрытую теплоту, расходуемую на испарение (или конденсацию) – в зависимости от того, учитывается ли энергия, поглощенная вначале, или энергия, отданная впоследствии) любых количеств воды, содержащихся в топливе до горения, а также воды, образующейся в процессе горения. Низшая теплотворная способность (НТС) не включает эту скрытую теплоту и представляет собой чистое количество теплоты, выделяемой в процессе горения, которое может быть уловлено и использовано. Разница между ВТС и НТС составляет порядка 2,5% для антрацита, 3–7% для битуминозных и полубитуминозных углей, 9–10% для лигнита, 7–9% для жидкого топлива и порядка 10% для газообразного топлива.

132. Подход к энергетической отчетности с точки зрения строгого учета положений термодинамики потребовал бы оценки ВТС всех видов топлива вплоть до стадии поставок энергии ее конечным потребителям 32/. В интересах получения данных в области сохранения энергии уже было рекомендовано прямо отображать в энергетическом балансе количество отработанного тепла, излучаемого в атмосферу электростанциями и другими энергопреобразующими предприятиями 33/. Отсюда логически следует, что оценка энергетического содержания ископаемых видов топлива в принципе должна производиться на основе ВТС 34/.

---

31/ См. Nebbia (1975) and Longva (1977).

32/ Такой подход рекомендует МФИПИ (1974). Непосредственной оценке поддается только ВТС.

33/ См. также сноску 21.

34/ Можно также привести тот довод, что ВТС представляет собой единственную правильную основу для оценки энергетического содержания сырья для нефтехимических процессов, не связанных с производством водяного пара и, следовательно, не приводящих к потере скрытой теплоты конденсации в выхлопных газах.

I33. Однако на практике главный энергетик станции не отвечает за потери энергии, которые он не имеет возможности оценить. Даже если он вынужден исчислять поставки на основе ВТС, с тем чтобы вывести данные о НТС (аналогично тому, как нельзя приобрести свежие яйца без скорлупы, хотя скорлупа и выбрасывается), он может нести ответственность только за правильное или неправильное использование НТС. Существующая технология не позволяет регенерировать скрытую теплоту конденсации водяного пара из выхлопных газов: если охладить эти газы до определенного уровня, они не будут выходить через дымоходную трубу котла, а уменьшение тяги в трубе либо снизит КПД котла, либо потребует использования дополнительной энергии для приведения в действие вентилятора, прогоняющего газы через трубу. Конденсация воды приведет к возникновению проблем коррозии, а  $SO_2$  и другие остатки потребуют использования более дорогостоящих материалов из нержавеющей стали или других коррозионностойких материалов. Тем не менее еще одно практическое соображение заключается в том, что естественное содержание влаги в твердом топливе во многом зависит от того, попадало ли оно под дождь при перевозках и хранении, так что НТС служит более точным показателем количества энергии, которое может быть эффективно получено при сжигании топлива для сопоставления во времени и между странами (если до измерения ВТС содержание влаги в твердом топливе не снижается до стандартного уровня).

I34. Более прагматический подход мог бы исходить из того тезиса, что различие между ВТС и НТС относительно мало, если учитывать данные о прошлом и настоящем, и очень мало в сравнении с ошибками прогнозирования при оценке будущего. Более того, эта разница составляет лишь небольшую часть общего количества отработанного тепла, излучаемого в атмосферу, а для практических целей может быть регенерирована лишь часть этих общих тепловых потерь. В принципе можно было бы удовлетворить потребности специалистов по термодинамике и статистике окружающей среды, а также специалистов по энергетической статистике и других лиц, занимающихся вопросами анализа, путем включения в энергетический баланс специальной строки, отражающей эту конкретную причину потерь, которые возникают при преобразовании энергии. В этом случае баланс мог бы отражать в единицах ВТС потоки поставок ископаемого топлива вплоть до стадии и включая стадию затрат энергии, поставляемой энергопреобразующим отраслям, а в единицах НТС — поставки всех источников энергии ее конечным потребителям, причем разница между ВТС и НТС для твердого топлива отражалась бы в этой новой строке "потерь". Однако такая методика представляла бы собой усложнение, не соотносимое с выгодами в виде содержания полезной информации в энергетическом балансе; к тому же точность измерения или условного определения теплотворной способности каждого источника энергии не оправдывала бы такого уточненного отображения.

I35. Тот факт, что в нескольких странах энергетическое содержание газов обычно измеряется в единицах ВТС, не обязательно означает, что отображение данных по этим газам в общем энергетическом балансе должно осуществляться на той же основе. СБЕС (Люксембург) в течение длительного времени публиковало таблицы по газам в единицах ВТС, отражая в то же время газы в своих общих энергетических балансах в единицах НТС. В целом представляется, что последнее дает более удовлетворительную основу для агрегации потенциально полезных данных об энергосодержании всех источников энергии, взятых вместе.

### РЕКОМЕНДАЦИЯ

- I9) При выражении энергетического содержания первичных и вторичных ископаемых источников энергии в единых энергетических учетных единицах следует отдать предпочтение использованию низшей теплотворной способности (НТС) перед высшей теплотворной способностью (ВТС). В случае, если появится практическая возможность рекуперации значительной части разницы между ВТС и НТС из выхлопных газов, и эта возможность будет близка к воплощению в действительность, необходимо будет пересмотреть эту рекомендацию.

### Н. Учетные единицы

#### I. Общие положения

I36. Четыре основных источника энергии — уголь, нефть, газ и электричество — дают очень хороший пример той проблемы, с которой постоянно сталкиваются статистики — проблемы "суммирования мела и сыра". Если учесть производные продукты угля (кокс, коксовый газ, доменный газ, патентованные виды топлива и т.д.), различные формы газа (природный газ и газ, получаемый на газовых заводах, если упомянуть два лишь основных вида), различные нефтепродукты с широким диапазоном различных характеристик и различные способы производства электроэнергии (на гидроэлектростанциях, атомных или обычных тепловых электростанциях), то станет еще более очевиден сложный характер проблемы суммирования. Эта сложность еще более усугубляется, если учитывать также возобновляемые источники энергии (энергии ветра, волн, горячих скальных пород и солнечной радиации).

I37. Первоначальные единицы, в которых наиболее естественным путем измеряются различные виды топлива и электроэнергия, чрезвычайно разнообразны: уголь измеряется в тоннах; нефть — в тоннах, баррелях или в баррелях в сутки; электроэнергия — в киловатт-часах; газ — в термах, калориях, джоулях, кубометрах или кубических футах. Тем не менее любая из этих единиц могла бы использоваться в качестве основы для измерения других видов топлива, если бы имелись

надлежащие коэффициенты пересчета. Такие коэффициенты могли бы быть выведены из цен, либо можно было бы непосредственно использовать цены для выражения первоначальных единиц в единицах их денежной стоимости. Именно так делается при построении энергетических строк и колонок в таблицах "затраты-выпуск". Однако, как уже указывалось, цены представляют собой весьма нестабильный атрибут источников энергии как во времени, так и в отношении различных категорий использования любого данного источника энергии. Более стабильную и для многих целей более полезную основу представляет собой энергия, которая может быть получена из одной естественной единицы каждого источника энергии. Это ставит в повестку дня двоякую проблему: какую избрать учетную единицу и какой использовать способ выражения единиц каждого вида топлива в согласованных общих единицах.

I38. Прежде чем продолжить исследование этих двух вопросов, следует отметить, что пересчет одного вида топлива или источника энергии в его энергетический эквивалент, выраженный в единицах другого вида топлива или энергии, отнюдь не означает, что  $x$  единиц "источника энергии В" могут реально заменить собой одну единицу "источника энергии А" <sup>35/</sup>. Например, одна тонна нефтепродуктов может содержать то же количество накопленной энергии, что и 1,7 тонны угля, однако невозможно прямо заменить тонну моторного или дизельного топлива 1,7 тонны угля. Если мы хотим получить количество одного вида топлива, которое потребуется для замены фактически существующих или прогнозируемых количеств других видов топлива, мы должны учитывать текущие виды использования этих конкретных видов топлива, оборудование, преобразующее энергию такого топлива в тепло, свет или движущую силу и целесообразность (которая может быть ограниченной или которой может не быть вообще) использования этого оборудования в нынешнем виде или после перестройки для другого вида топлива.

I39. Из этого соображения вытекают два других. Первое касается различных КПД извлечения полезной энергии из тонны нефтепродуктов или из 1,7 тонны угля. Количество угля, необходимое для получения данного тягового усилия на транспорте, зависит не только от относительного энергетического содержания угля и нефти, но и от относительных КПД паровых машин, с одной стороны, и двигателей внутреннего сгорания, с другой. Топливный эквивалент такой замены будет еще труднее определить, если, скажем, заменить локомотивы, работающие на нефтепродуктах, электровозами, питающимися электроэнергией, которая производится на угольных тепловых электростанциях.

---

<sup>35/</sup> Более полное обсуждение этой проблемы см. в работах Laading (1960) and Ramain (1977).

I40. Второе осложнение вытекает из того факта, что нынешний уровень потребления энергии и виды потребляемой энергии отражают нынешний характер предложения источников энергии и состав предлагаемых источников, а также цены на устройства, использующие различные виды топлива, и средства, ранее вложенные в такие устройства. В случае коренного изменения состава наличных видов топлива почти наверняка значительно изменится и потребление топлива. Замена одних источников энергии другими, разумеется, происходит, но под влиянием других факторов, а не только энергетического содержания каждого источника энергии.

I41. Из всего этого следует, что эквивалентность различных видов топлива по отношению друг к другу лишь отчасти зависит от внутренних физических свойств источников энергии; частично она зависит от видов использования этих источников. Сорт или сочетание сортов угля, теплотворное содержание которого может рассматриваться как эквивалентное 1 кубометру природного газа, зависит от того, какие виды использования угля могут быть заменены использованием газа. Эквиваленты электроэнергии, с одной стороны, и угля или нефти, с другой, зависят от типов угля или нефти, которые могут заменить электроэнергию в тех или иных видах использования. Ограниченная целесообразность практической замены одних источников энергии другими отнюдь не говорит против выражения всех источников энергии с помощью одной или нескольких общих учетных единиц. Такая процедура совершенно обоснована и важна, поскольку она дает возможность изучать прошлые и нынешние структуры поставок и потребления энергии и обеспечивает основу для разумного прогнозирования будущего.

I42. В настоящем руководстве не делается попыток охватить весь диапазон возможных учетных единиц и их многочисленных "перекрестных коэффициентов", используемых для пересчета одной единицы в другую. Эта широкая область тщательно исследована и синтезирована Гийолем (1977). Однако целесообразно обратить внимание на некоторые примеры различий между учетными единицами (даже в случаях, когда они называются одинаково) и способами выражения первоначальных единиц массы с помощью каждой учетной единицы.

## 2. Тонны угольного эквивалента (ТУЭ)

I43. СБЕС (Люксембург), Статистическое бюро Организации Объединенных Наций (СБООН) и Соединенное Королевство используют в качестве общей учетной единицы тонну угольного эквивалента (ТУЭ), однако представляется, что все три органа используют разные определения и способы пересчета. Для СБЕС применяемая ТУЭ определяется как количество угля, дающее 7 Гкал по низшей теплотворной способности 36/;

---

36/ СБЕС прекратило использование ТУЭ с 1978 года (см. пункт I51).  $1 \text{ Гкал} = 10^6 \text{ ккал} = 4,19 \text{ гигаджоулей (ГДж)}$ , так что  $7 \text{ Гкал} = 29,3 \text{ ГДж}$ .

/...

СБООН определяет то же энергосодержание по высшей теплотворной способности 37/. В Соединенное Королевство тонна угольного эквивалента косвенно определяется как средняя высшая теплотворная способность всех сортов угля за последние годы. (До марта 1978 года уголь в Соединенном Королевстве измерялся в длинных тоннах) 38/. ТУЭ используется также рядом стран - членов СЭВ.

I44. Способ пересчета угля в ТУЭ, применявшийся СБЕС, очень сложен и состоит в приведении каждого сорта угля в отдельности к стандартному сорту с заданной теплотворной способностью с учетом содержания воды и золы в каждом сорте. Способ, применяющийся Статистическим бюро Организации Объединенных Наций, прост: предполагается, что все битуминозные угли и антрацит имеют определенную теплотворную способность (низшую во всех возможных случаях). Это равнозначно тому, что физические тонны угля уже считаются тоннами угольного эквивалента. Той же практики придерживается и Соединенное Королевство 39/. Во всех трех случаях прочие виды твердого топлива и другие источники энергии пересчитываются в тонны угольного эквивалента с помощью коэффициентов, отражающих относительное энергетическое содержание определенного сорта угля и рассматриваемого источника энергии. До 1977 года включительно (см. ниже) СБЕС учитывало все нефтепродукты вместе, не проводя различий между различным энергетическим содержанием каждого продукта.

I45. Первичная электроэнергия (т.е. электроэнергия, произведенная на атомных, гидравлических и геотермальных электростанциях) во всех трех случаях трактуется по-разному. СБЕС выражает ее в единицах ископаемого топлива - в единицах угольного эквивалента и (начиная с 1978 года) нефтяного эквивалента - которое потребовалось бы для производства того же количества электроэнергии на традиционных тепловых электростанциях на основе среднего КПД всех таких станций. В Соединенном Королевстве применяется тот же способ, однако за основу берется средний КПД современных традиционных тепловых электростанций. В Организации Объединенных Наций электроэнергия, произведенная на атомных, гидравлических и геотермальных электростанциях, выражается непосредственно количеством угля теплотворной способностью 7 Гкал НТС/т, которое имело бы то же тепловое содержание, что и электроэнергия; таким образом, в Организации Объединенных Наций не используется подход, связанный с учетом затрат первичного топлива.

---

37/ Статистическое бюро Организации Объединенных Наций (1977).

38/ Соединенное Королевство (1977).

39/ Соединенное Королевство указывает, что показатели в ТУЭ означают "тонны угля или угольного эквивалента".

/...



I46. Тонна замещенного угля — единица, используемая Индией, — определяется как количество угля, дающее то же количество полезной энергии, что и единица каждого прочего источника энергии, когда он используется для той или иной конкретной цели (например, для приготовления пищи) 40/.

### 3. Тонны нефтяного эквивалента (ТНЭ)

I47. МЭА ОЭСР и Соединенное Королевство используют в качестве общей учетной единицы тонну нефтяного эквивалента (ТНЭ), но и здесь определение и способ пересчета в эту единицу в обоих случаях различны. МЭА ОЭСР определяет ТНЭ как тонну нефти с НТС в размере 10 Гкал (= 41,9 ГДж), тогда как в Соединенном Королевстве эта единица формально не определяется на основании теплотворной способности; как и применяемая в Соединенном Королевстве ТУЭ, она определяется косвенно, в единицах средневзвешенной ВТС всех нефтепродуктов за последние годы.

I48. В МЭА ОЭСР способ пересчета в тысячи ТНЭ формально заключается в том, чтобы вначале выразить все источники энергии по их НТС в теракалориях, а затем разделить полученные результаты на 10. На практике эти две операции объединяются в одну с помощью соответствующих коэффициентов. В отличие от СБЕС, которое детально приводит каждый сорт угля к условному стандартному сорту для пересчета первоначальных единиц в ТУЭ, а все нефтепродукты рассматривает в агрегированном виде, МЭА ОЭСР при пересчете первоначальных единиц в ТНЭ использует агрегированную основу для угля и индивидуально трактует каждый вид нефтепродуктов. Прочие виды твердого топлива и другие источники энергии пересчитываются в ТНЭ с использованием индивидуальных коэффициентов для каждого такого источника.

I49. В Соединенном Королевстве показатели по нефтепродуктам не корректируются, а показатели, выраженные в ТНЭ, определяются как "тонны нефти или нефтяного эквивалента". Показатели по другим источникам энергии пересчитываются в ТНЭ с помощью простых коэффициентов.

I50. Как МЭА ОЭСР, так и Соединенное Королевство выражают первичную электроэнергию в единицах затрат первичного топлива, которое потребовалось бы для производства этой электроэнергии. Как уже указывалось, в Соединенном Королевстве используется средний КПД всех современных электростанций, работающих на ископаемом топливе. МЭА ОЭСР использует ту же основу, что и СБЕС, а именно средний КПД всех электростанций, работающих на ископаемом топливе.

---

40/ См. Chatterjee (1971).

I51. С 1 января 1978 года СБЕС отказалось от использования ТУЭ и приняло ТНЭ в качестве иллюстративной единицы, используя в то же время джоуль в качестве строгой учетной единицы (см. ниже). Начиная с той же даты, оно пересчитывает первоначальные единицы измерения нефтепродуктов в джоули отдельно по каждому основному типу продукта. В 1979 году СБЕС опубликовало свой общий энергетический баланс в тераджоулях (см. ниже).

I52. Описание ТУЭ и ТНЭ было дано раньше, чем описание других единиц, поскольку они представляют собой наиболее употребительные учетные единицы и, кроме того, используются в качестве иллюстративных единиц в дополнение к более строгим и фундаментальным учетным единицам.

#### 4. Прочие учетные единицы

I53. В Соединенных Штатах и Канаде используется британская тепловая единица (БТЕ). Это очень маленькая единица ( $1 \text{ БТЕ} = 0,252 \text{ ккал} = 1,055 \text{ Дж}$ ), и Канада использует в публикуемых энергетических балансах девятизначные и еще более громоздкие цифровые показатели, а в Соединенных Штатах применяется коэффициент  $10^{12}$  в качестве множителя для показателей энергетических балансов, публикуемых в этой стране. Таблицы, содержащие такие многозначные цифры, неудобны для быстрого визуального чтения людьми, не привыкшими к ним.

I54. В Соединенном Королевстве используется терма ( $1 \text{ терма} = \text{БТЕ} \times 10^5 = 25\,200 \text{ ккал} = 105,5 \text{ МДж}$ ) в качестве строгой учетной единицы, причем каждый сорт угля (и других твердых видов топлива), каждый вид нефтепродуктов (а также другие жидкие и газообразные виды топлива) и электроэнергия весьма тщательно пересчитываются в термы, и эти показатели являются основными в общем энергетическом балансе. (ТУЭ и ТНЭ применяются в Соединенном Королевстве в основном для упрощенных балансов, составляемых на основе затрат первичного топлива, а в таких балансах очень подробные данные по углю и нефтепродуктам не нужны).

I55. Теракалория (или меньшие кратные ей единицы) используется во многих странах, однако имеются пять различных определений калории, и ее энергетическое содержание различно — от 4,184 до 4,205 джоуля. Теракалория (равная 4,186 ТДж) была строгой учетной единицей СБЕС до тех пор, пока в 1971 году Совет министров не постановил отказаться от нее и перейти на тераджоуль с 1978 года. ОЭСР, однако, не намерена отказываться от теракалории из-за очень удобного соотношения между теракалорией и тысячей ТНЭ, равного 10:1.

I56. Несколько стран (см. главу У) используют более крупные единицы, кратные джоулю. ( $1 \text{ тераджоуль} = 10^{12} \text{ джоулей} = 0,239 \text{ теракалорий}$ ). Как упоминалось выше, страны — члены ЕЭС ввели джоуль в

1978 году. ЕЭК (Женева) приняла джоуль в качестве учетной единицы для общего энергетического баланса, который она решила включить в общую энергетическую статистику в качестве дополнения начиная с 1978 года. ЕЭК решила использовать также ТУЭ и ТНЭ в качестве альтернативных иллюстративных единиц, которые служили бы связующим звеном с единицами, пока еще сохраняющимися в некоторых из ее стран-членов.

157. Джоуль представляет собой единственную энергетическую единицу, признанную в системе единиц СИ; впервые он был принят в системе СИ в качестве единицы энергии в 1946 году, а в качестве единицы теплоты в 1948 году Генеральной конференцией по системам мер и весов. Лаадинг (1960), сопоставив достоинства и недостатки других возможных единиц, рекомендовал использовать джоуль в энергетических балансах. Физики-специалисты по энергетическому анализу приветствовали принятие джоуля, однако в некоторых странах отмечается сопротивление его универсальному использованию. Основное возражение связано с малыми размерами этой единицы и, соответственно, с необходимостью для стран, являющихся значительными производителями или потребителями энергии, применять в качестве множителя  $10^9$  с очень высоким показателем степени. Однако в системе СИ приняты соответствующие префиксы, и, используя их, можно избежать многозначных цифр. Эти префиксы проще всего запомнить вместе с префиксами более низкого порядка, уже нашедшими широкое применение в статистике электроэнергии, если рассматривать их как обозначение последовательно более высоких показателей степени основания  $10^3$ :  $(10^3)^1$  кило-,  $(10^3)^2$  мега-,  $(10^3)^3$  гига-,  $(10^3)^4$  тера-,  $(10^3)^5$  пета-,  $(10^3)^6$  экса.

#### РЕКОМЕНДАЦИЯ

- 20) Ввиду того, что джоуль и кратные ему единицы, получаемые путем возведения в нужную степень основания, равного  $10^3$ , является единственной энергетической единицей в системе СИ, международным и национальным статистическим учреждениям следует рассмотреть вопрос о том, чтобы принять джоуль (1 джоуль = 0,239 калории) в качестве строгой учетной единицы для энергетических балансов. Тонны нефтяного эквивалента (ТНЭ) (1 ТНЭ =  $10^7$  ккал НТС) и/или тонны угольного эквивалента (ТУЭ) (1 ТУЭ =  $7 \times 10^6$  ккал НТС) могут использоваться в качестве дополнительных иллюстративных единиц. Во всех случаях использования последних их следует четко выражать в джоулях и ясно описывать способы пересчета первоначальных данных в ТНЭ или ТУЭ.

## У. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ БАЛАНСЫ

### А. Общие положения

I58. Ранее в данном руководстве отмечалось, что в качестве основы для сопоставления данных в международном масштабе может быть принята любая из целого ряда форм (или структур) энергетического баланса. Ни одну из этих структур нельзя назвать правильной, а все другие — непригодными. Тем не менее некоторыми из них пользоваться легче, другими труднее. Одни несколько неудобны, другие в более краткой форме излагают тот же объем информации. Одни отражают вопросы, представлявшие интерес для специалистов по энергетическому анализу, в то время, когда балансы были впервые разработаны, другие лучше приспособлены для удовлетворения как необходимости исторического анализа, так и прогнозирования на будущее. В данной главе рассматривается свыше 30 применяемых в настоящее время форм балансов 4I/ в целях выявления тех черт, которые следует включить в любую рекомендацию относительно международной стандартной формы.

I59. Множество различных целей, которым служит энергетический баланс, можно обобщить, указав, что существует необходимость знать, где мы были (взгляд назад) и знать — или скорее попытаться оценить — куда мы идем (взгляд вперед). Система энергетической отчетности

---

4I/ Они охватывают 20 официальных национальных балансов (Австрия, Аргентина, Бразилия, Венгрия, Индия, Италия, Канада, Мексика, Нидерланды, Новая Зеландия, Норвегия, Польша, Португалия, Соединенное Королевство, Соединенные Штаты Америки, Федеративная Республика Германии, Финляндия, Франция, Швеция и Япония); пять балансов, подготовленных национальными институтами в области экономических исследований Австрии (Австрийский хозяйственный институт (АХИ)), Франции (Центр региональных исследований по экономике энергетики (СЕРЕН), Париж, и Экономический и юридический институт по вопросам энергетики (ИЭЖЭ)), Италии (Бари) и Японии (Институт экономики энергетики (ИЭЭ)); пять балансов, подготовленных международными организациями — Организацией Объединенных Наций (Нью-Йорк), ЕЭК (Женева), ОЭСР (Париж), ЕЭС (Брюссель) и СБЕС (Люксембург); один, подготовленный совместно двумя учреждениями, занимающимися международным анализом (Брукхейвнская национальная лаборатория, Соединенные Штаты Америки, и Керн-Форшунгс Анлаге (КФА), Юлих, Федеративная Республика Германии); два баланса, применяющихся международными органами — семинаром по альтернативным стратегиям в области энергетики (САСЭ) и Всемирной энергетической конференцией (ВЭК); и четыре баланса, применяющихся крупнейшими международными нефтяными компаниями. Баланс Федеративной Республики Германии публикуется рабочей группой по энергетическому балансу, которая состоит из представителей правительства, университетов и энергетических отраслей промышленности. Если не указывается иное, ссылки на балансы СБЕС относятся к балансам, опубликованным до 1978 года.

должна быть удобной для удовлетворения обеих этих потребностей, однако эти два требования имеют важные различия. О прошлом обычно имеется значительно больше данных, чем необходимо для попыток дать оценку на будущее. Вместе с тем более краткая форма анализа, которая и отражает то, что возможно или необходимо при прогнозировании на пять лет и более, концептуально должна соответствовать более полному анализу, который возможен для прошедших лет. Такая совместимость — это не просто вопрос чистоты статистических данных, а обусловленная практикой необходимость. Вот лишь один из примеров: прогнозируемый будущий уровень спроса на первичную энергию должен соответствовать прогнозируемым уровням потребления первичных и вторичных источников энергии. Эти вторичные источники будут состоять преимущественно из нефтепродуктов и электроэнергии. Первые лишь совсем немного (примерно на 6%) отличаются от общего объема сырой нефти, необходимой для их производства (либо в потребляющей стране, либо в странах, из которых она импортирует нефтепродукты). Производство электроэнергии требует примерно в три раза больше первичных и/или вторичных источников энергии.

I60. Поэтому существует необходимость соответствия между поставками источников первичной энергии (и их эквивалентов) <sup>42/</sup>, доставкой таких источников к месту производства электроэнергии (и других преобразовательных процессов) и к конечным потребителям и поставками электроэнергии (и других вторичных источников энергии) конечным потребителям. Эти разнообразные потоки между секторами первичных энергетических ресурсов, преобразования энергии и конечного потребления энергии могут быть весьма сложными, и, если необходимо подготовить надежные прогнозы на будущее, то существенно важно, чтобы характер и относительная важность многочисленных взаимосвязей были правильно определены с количественной точки зрения для прошедших периодов. Такой анализ может быть осуществлен с помощью правильно составленного энергетического баланса.

## В. Альтернативные формы балансов

I61. Форма анализа, необходимая для данных за прошедшие годы и оценок на предстоящие годы, могут отличаться не только уровнем детализации, которая необходима или возможна. Анализируя прошлое, вполне логично начинать с поставок различных источников энергии, а затем рассмотреть как каждый из них использовался или хранился или (может быть) был преждевременно утрачен <sup>43/</sup> в виде отработанного тепла. Эта логическая последовательность приводит к так называемому "нисходящему" энергетическому балансу, обобщенной формой которого является следующая:

---

<sup>42/</sup> См. пункт 29.

<sup>43/</sup> Как уже было отмечено, энергия не теряется в строгом термодинамическом смысле, однако вся энергия, высвобождаемая из термодинамического источника природой или человеком, снижается по шкале температур до тех пор, пока температура остающегося тепла не оказывается слишком низкой для того, чтобы она могла быть как-либо использована человеком.

производство  
+ импорт  
- экспорт  
+ расходование запасов  
- пополнение запасов  
= потребление

I62. С другой стороны, оценивая будущее, иногда удобнее прогнозировать спрос (или потребление) на основе соотнесения его каким-либо образом с уровнем валового внутреннего продукта, с его структурой и распределением, с наличием потребляющего энергию оборудования и тому подобными изменениями в технологии потребления энергии и вывести отсюда уровень поставок энергии, который будет необходим для удовлетворения прогнозируемого уровня и структуры спроса на энергию. (Что касается любой отдельно взятой страны, то она, по-видимому, будет считать, что сможет приобрести - за определенную цену -- требующееся количество энергии путем ее импорта, если эта страна не может себя обеспечить каким-либо из источников энергии, который, по ее мнению, ей будет необходим). Эта в равной степени логичная аналитическая последовательность приводит к выработке того, что иногда называют "восходящим" энергетическим балансом, имеющим следующую форму:

потребление  
+ экспорт  
- расходование запасов  
+ пополнение запасов  
- производство  
= импорт

I63. Любая из этих двух видов логики построения баланса может быть использована при составлении товарного энергетического баланса (см. главу II) или общего энергетического баланса. В настоящей главе внимание сосредоточено на последнем типе баланса, но, конечно, прежде чем составлять такой общий расчет поставок и использования, должны быть собраны все необходимые данные о поставках и использовании каждого вида первичной и вторичной энергии в первоначальных единицах измерения. Затем в этой главе рассматривается проблема суммирования разнообразных источников энергии с помощью общей учетной единицы. В нескольких последующих пунктах эта конкретная проблема не учитывается.

I64. Другим различием, встречающимся в современной практике, является различие между частичными балансами, в которых показываются лишь первичные источники энергии, и полными балансами, отражающими первичные источники, преобразование первичных источников энергии во вторичные и конечное использование первичных и вторичных источников. Частичный баланс нисходящего типа выглядел бы так:

Поток \ Источник	Уголь	Сырая нефть	Природный газ	Первичная электроэнергия	Общее количество первичной энергии
Производство					
Импорт (+)					
Экспорт (-)					
Движение запасов (увеличение - сокращение +)					
Общий объем поставок по стране =					
Видимое потребление или спрос					

АЭС/ГЭС/геотермальные/ветровые электростанции.

165. В последней строке этой таблицы приводятся видимые поставки по стране (или потребление, если изменения запасов у потребителей и производителей известны и могут быть включены в строку "Движение запасов"). На практике мало вероятно, что видимые поставки (или потребление), рассчитанные на основе статистических данных о предложении, будут точно соответствовать совокупности зарегистрированных потребителями количеств, и поэтому необходима дополнительная строка "Статистическая поправка", если будет признано целесообразным отразить в таблице зарегистрированные поставки (или потребление). Такие зарегистрированные данные о внутренних поставках будут обычно относиться к поставкам источников первичной энергии (и их эквивалентов), к энергопреобразующим отраслям промышленности или непосредственно к конечным потребителям энергии. Следует отметить, что видимый спрос на первичную энергию охватывает использование энергии в энергетических и неэнергетических целях и не позволяет провести между ними различие. Этот более глубокий анализ обычно пытаются осуществить в полных балансах, если это возможно.

166. Восходящий баланс также может быть лишь частичным в том смысле, что он может отражать лишь первичные источники энергии (как и в отношении приведенного выше нисходящего частичного баланса), но восходящий баланс обычно требует подразумеваемого или прямо выраженного предположения относительно того, как покрывается конечное потребление вторичных источников энергии из предполагаемого или

постулированного предложения первичных источников (см. ниже.). Такой баланс выглядит следующим образом:

Поток	Источник	Уголь	Сырая нефть	Природный газ	Первичная электроэнергия	Общее количество первичной энергии
Внутренние поставки						
Экспорт (+)						
Итого спрос						
Производство						
Движение запасов (увеличение - снижение +)						
Импорт (+)						
Итого предложение						

АЭС/ГЭС/геотермальные/ветровые электростанции.

167. Полный баланс нисходящего типа будет иметь следующую обобщенную форму:

/...



Источник Поток	<div>Уголь</div> <div>Сырая нефть</div> <div>Природный газ</div> <div>Нефтепродукты</div> <div>Прочее вторичное топливо</div> <div>Электрoэнергия</div> <div>первичная</div> <div>вторичная</div> <div>Итого</div>
Производство Импорт Экспорт Движение запасов (увеличение -; сокращение +)	
Общий объем имеющих первичных источников и их эквивалентов	
Нефтепереработка Производство электроэнергии Другие энергoпреобразующие отрасли промышленности	
Конечное потребление	

168. Полный энергетический баланс может быть агрегированным или деагрегированным. Это различие относится в первую очередь к числу отдельных источников энергии, выделяемых в колонках, однако очень деагрегированный баланс в этом смысле будет почти наверняка также весьма детальным в том, что касается данных в строках, относящихся к производителям вторичной энергии. Баланс, содержащий столь же детальные данные в строках о производителях вторичной энергии, может вместе с тем быть более или менее агрегированным в отношении детальных данных о вторичной энергии, которые он содержит в отдельных колонках. Многочисленные энергетические балансы, изученные в ходе подготовки данного руководства, имели существенные различия в отношении количества деталей, отраженных в их строках и колонках.

169. Если подвести итоги, то конкретный порядок и охват различных строк и колонок в балансе могут различаться и действительно широко различаются в современной практике, а методы, применяемые для отражения в общем энергетическом балансе (фактических или прогнозируемых) потоков первичных и вторичных источников энергии также могут различаться и действительно различны. В данный момент наиболее существенной мыслью является то, что "нисходящий" и "восходящий" подходы являются — или должны быть — взаимосовместимыми. Каков бы ни был порядок расположения пунктов или какова бы ни была степень деагрегации (для прошлого) или агрегации (для прогнозов), различные элементы энергетического баланса, касающиеся потоков, запасов, источников энергии, преобразования энергии и использования энергии, должны поддаваться строгой взаимной увязке таким образом, чтобы основная структура баланса могла быть расширена или сокращена без вреда для его основополагающих характеристик.

#### С. Взгляд назад: балансы нисходящего типа

170. Костяк баланса нисходящего типа был описан выше. Однако существуют другие основные потоки, которые следует включать даже до рассмотрения вопроса о том, какое количество энергопреобразующих отраслей промышленности должно быть выделено. Для удобства в остальной части данного раздела строки будут использоваться для потоков, а колонки — для источников энергии. Это наиболее распространенная практика, однако в некоторых странах (Австрия 44/, Япония 45/).

---

44/ В базисных матрицах в первоначальных единицах колонки используются для источников энергии.

45/ Институт экономики энергетики (ИЭЭ), Токио, также опубликовал балансы по Японии в более распространенной нисходящей форме.

Польша и Соединенные Штаты Америки 46/) применяется обратный порядок, т.е. в строках показываются источники энергии, а в колонках — потоки. Ниже следует более детальный перечень пунктов, которые должны быть отражены в полном балансе:

- Производство
- Импорт
- Экспорт
- Бункеровка
- Преобразование
- Затраты
- Выход
- Потребление самим энергетическим сектором
- Потери при распределении
- Неэнергетическое использование
- Статистическая поправка
- Конечное потребление энергии
- Движение запасов
  - Производители
  - Импортёры
  - Преобразователи
  - Конечные потребители

Этот перечень не является исчерпывающим и не устанавливает ни единственный, ни наиболее желательный, ни наиболее распространенный порядок очередности пунктов. Ниже будет более подробно рассмотрен ряд конкретных пунктов.

## I. Запасы

I7I. Движение запасов может быть дополнено или заменено уровнем запасов на начало отчетного периода (обычно начало календарного года). ЕЭС регистрирует, но не публикует уровень запасов или движение запасов. В балансе Японии показывается уровень запасов, но не показывается движение запасов, запасы на начало периода рассматриваются как часть предложения, а запасы на конец периода — как часть спроса, или, точнее, как категория использования имеющихся ресурсов 47/. В некоторых балансах отражаются отдельно движение запасов для производителей, с одной стороны, и для потребителей, с другой

---

46/ Это относится к новой форме, предложенной Федеральным энергетическим агентством (ФЭА) Соединенных Штатов Америки, но не к балансу, опубликованному Управлением шахт. Последний рассматривается в следующем разделе.

47/ Япония является единственной из всех рассмотренных стран, которая подготавливает балансы только на основе финансового года.

(Австрия, Италия), однако неясно, где в этих балансах показано движение запасов импортеров и энергопреобразующих отраслей, если оно вообще учитывается. В других балансах имеется большая ясность по этому вопросу и проводится различие между "запасами производителей и импортеров" и "запасами энергопреобразующих отраслей и других потребителей" (ЕЭК и Статистическое бюро Организации Объединенных Наций). Баланс СБЕС отражает еще более строгий подход к разграничению между этими четырьмя категориями владельцев запасов. Все другие рассмотренные балансы приводят лишь одну цифру для всего движения запасов по каждому источнику энергии.

I72. В некоторых балансах движение запасов используется как уравновешивающий пункт между общим объемом поставок и общим объемом использования каждого источника энергии (Италия, Португалия, Швеция), в то время как в большинстве других рассмотренных балансов для этого имеется отдельная рубрика. Точная трактовка этого вопроса Австрией и Польшей не совсем ясна. В Австрийском (АСЦ) балансе пункт о потреблении и потерях в энергетических секторах, по-видимому, применяется в качестве остаточного. Бесспорно, желательно в принципе отражать измеримые движения запасов отдельно, однако следует признать, что на практике страны сталкиваются с трудностями в получении удовлетворительных данных о движении запасов от конечных потребителей энергии на основе, пригодной для включения в публикуемые энергетические балансы. Эта проблема создает особые трудности, если речь идет о непромышленных конечных потребителях, которые весьма многочисленны, и потому их включение в какие-либо регулярные обзоры запасов влечет за собой значительные расходы.

I73. Важнее всего надлежащим образом оценивать движение запасов энергопреобразующих отраслей промышленности, поскольку необходимо соотносить вырабатываемую энергию с фактически использованными затратами энергетических ресурсов: в энергетическом балансе запись о затраченных ресурсах энергопреобразующих отраслей должна отражать использование, а не зарегистрированные поставки им или получение ими этих поставок.

I74. Различная трактовка движения запасов (т.е. рассмотрение таких запасов исключительно в графе предложения, либо частично в графе предложения и частично в графе спроса, либо исключительно в графе спроса баланса) является одним из ряда примеров различий в подходе, которые приводят к тому, что одни и те же или сходные термины, такие как "общий объем предложения", "валовое предложение" и "наличное предложение", имеют различное и непредсказуемое значение в различных балансах — непредсказуемое в том смысле, что термин, применяемый для обозначения некоторого уровня предложения, сам по себе не дает никакого указания на то, что означает этот термин, т.е. отражает ли он поток, до или после изменения запасов. Однако следует отметить, что подразделение движения запасов на два или более компонента не обязательно означает, что связанные с потреблением

компоненты будут расположены в той части баланса, которая отражает спрос. Как уже отмечалось, баланс СБЕС является единственным балансом, в котором делается попытка провести разграничение между четырьмя компонентами движения запасов, причем все четыре из них располагаются в части баланса СБЕС, относящейся к предложению.

I75. Может представляться не имеющим большой важности вопрос о том, всегда ли увеличение запасов отмечается знаком "+" (что, на первый взгляд, кажется очевидным и единственным логическим способом отразить рост запасов) или знаком "-" (который в равной степени логично можно отстаивать как единственный ясный способ обозначения сокращения запасов). Однако такая логика является неполной. Движение запасов предполагает поток, а знаки "+" и "-" означают, соответственно, увеличение или сокращение потока. Смысл используемого знака зависит от местоположения движения запасов в энергетическом балансе. Если движение запасов располагается в части баланса, отражающей предложение, то увеличение запаса отражает сокращение предложения для других видов использования, и в этом случае будет уместен знак "-" (знак "+" в случае сокращения запасов). С другой стороны, если движение запасов показывается в той части баланса, которая касается спроса, то увеличение запасов отражает рост спроса и здесь уместен будет знак "+" (а знак "-" в случае сокращения запасов).

I76. В числе примерно 20 балансов, рассматриваемых в данном разделе, в восьми применяется знак "+" и в II знак "-" для увеличения запасов (и, соответственно, "-" или "+" для сокращения запасов). Этот на первый взгляд тривиальный вопрос может в худшем случае вызывать ошибки, а в лучшем — неудобства, которых можно было бы избежать. В одном из итальянских балансов 48/ приводится сноска, в которой читателю предлагается мысленно менять знак на противоположный в части баланса, относящейся к предложению, при чтении данных в колонках таблицы, но истолковывать знак движения запасов потребителей как он есть. В другом итальянском балансе 49/ используется знак минус в части, касающейся предложения, но вместе с тем знак плюс в части баланса, касающейся спроса, для обозначения роста запасов.

I77. В балансе Федеративной Республики Германии, а также в балансе, используемом группой Брукхейвн/Юлих, приводятся отдельные строки для изъятия из запасов и пополнения запасов. В предварительном балансе ФЭА единственная строка о движении запасов (а фактически колонка) обозначается как "расходование запасов", а в новозеландском балансе строка о запасах обозначается "рост запасов". Эти словесные определения действительно полностью разъясняют толкование отрицательного или положительного знаков.

---

48/ Министерство промышленности и торговли (МПТ).

49/ Национальная организация по углеводороду (ЭНИ).

I78. Какой бы знак ни использовался для обозначения каждого направления движения запасов в строке, которая имеет лишь нейтральное название "Движение запасов", его смысл должен быть ясно определен в таблице. (На практике в публикуемых национальных балансах такое встречается редко, однако этого правила придерживаются международные организации). Вопрос о расположении строки, касающейся движения запасов, мы рассмотрим ниже.

## 2. Экспорт и бункеровка

I79. Экспорт и бункеровка обычно, но не во всех случаях, рассматриваются как существенно сходные статьи, а именно как расход наличных ресурсов до определения того, что может быть направлено на конечное потребление до или после преобразования первичной энергии во вторичные формы энергии. В двух австрийских и двух итальянских балансах, в японском официальном балансе и в балансе ИЭЖО для Франции экспорт и бункеровка рассматриваются как компоненты спроса 50/. Во всех изученных балансах экспорт и бункеровка рассматриваются как два различных потока, каковыми они на самом деле и являются. Бункеровка является неперенным условием целой сферы международной морской торговли и не столь прямо связана с торговлей нефтью той или иной страны, как ее импорт или экспорт других нефтепродуктов.

I80. Почти вся без исключений бункеровка касается топлива для морских судов, независимо от флага принадлежности или регистрации, и не охватывает топливо для занятых в международных перевозках самолетов или используемых в аналогичных целях грузовых автомобилей, совершающих дальние перевозки. Единственным исключением из этой практики является новый вопросник Организации Объединенных Наций, в котором делается попытка охватить заправку самолетов международного авиасообщения.

I81. Здесь наблюдается двойное несоответствие. Во-первых, охватывается лишь морская бункеровка (и еще неизвестно, насколько успешной будет попытка Организации Объединенных Наций собрать данные о заправке самолетов международного авиасообщения) в качестве отдельного потока; при этом заправка самолетов и грузовых автомобилей в международном авиационном и автомобильном сообщении утрачивается как часть внутренних поставок для воздушного и автомобильного транспорта. Во-вторых, не делается различия между поставками бункерного нефтепродукта (или других продуктов) гражданам страны, представляющей баланс, с одной стороны, и гражданам других стран, с другой. Согласно обычаям национальной отчетности поставки гражданам страны,

---

50/ Такой подход особенно уместен для основных стран - экспортеров энергии в их национальных энергетических балансах.

представляющей отчет, должны рассматриваться как внутренняя деятельность и лишь поставки зарегистрированным за границей судам должны рассматриваться как поставки, аналогичные экспорту. (Соответственно, бункеровка в других странах судов, принадлежащих гражданам страны, представляющей отчет, должна рассматриваться как импорт. Такие поставки будут рассматриваться как бункеровка той страной, которая ее обеспечивает.) Эти факты текущей практики по вполне понятным причинам, представляют собой вызывающие сожаление препятствия на пути приведения в более полное соответствие в ближайшем будущем энергетических балансов с методами составления таблиц "затраты-выпуск" по межотраслевым сделкам.

### 3. Преобразование

182. Отражение энергопреобразующих отраслей в энергетическом балансе ставит проблемы иного порядка, чем те, что до сих пор рассматривались. Это не просто вопрос изучения наилучшего местоположения и последовательности освещения в балансах энергопреобразующих отраслей и их вводимых и производимых энергоресурсов. Степень детализации (т.е. сколько отдельных отраслей должно быть показано помимо нефтеперерабатывающих отраслей и производства электроэнергии) зависит от числа различных вторичных источников энергии, которые можно или необходимо выделить в колонках баланса. Эти другие преобразующие отрасли или виды деятельности могут включать собственное производство электроэнергии, одновременное производство тепла и электроэнергии в промышленности, производство тепла для обогрева жилищ на районных тепловых станциях, а также брикетирование, производство или смешивание газа, коксовые и доменные печи. Существуют также варианты отражения потерь — прямо или косвенно. Эти различные варианты наилучшим образом могут быть рассмотрены после того, как будут обсуждены другие аспекты более широкого вопроса.

183. Большинство балансов, изученных в ходе подготовки данного руководства, охватывают коксовые печи, переработку твердого топлива (для производства бездымного топлива или спекания мелких частиц в более удобные брикеты) и производство газа (в дополнение к производству электроэнергии и переработке нефти). Те балансы, в которых опущены одна или несколько из этих отраслей, не освещают их по той причине, что баланс призван сосредоточить внимание на основных источниках энергии, или потому, что эти отрасли незначительны или не существуют вообще. Так, в балансе ОЭСР предусматривается производство газа, однако уголь и продукты его переработки объединены в колонках, отведенных для сырьевых товаров, и, соответственно, какая-либо деятельность, связанная с переработкой твердого топлива, в строках, посвященных преобразованию энергии, не выделяется. (Потери при производстве кокса и других видах переработки твердого топлива отражаются в колонке "Твердое топливо" в последующей строке "Собственное потребление и потери энергетического сектора".)

В балансе Нидерландов производство газа не предусматривается, поскольку такой вид деятельности отсутствует. Во французском (СЕРЕН), польском и канадском балансах также агрегируются все виды переработки твердого топлива.

184. Доменный газ однозначно представляет собой вторичный источник энергии, но доменные печи являются составной частью металлургической промышленности, причем часто таковой являются и коксовые печи. (Однако поскольку коксовые печи часто входят в отрасль, производящую твердое топливо, производство коксового газа рассматривается в энергетических балансах как часть энергетического сектора.) Кроме того, большая часть доменного газа используется в той отрасли, в которой он производится, либо для повторного нагнетания в коксовые печи, либо для нагрева доменных печей, либо для получения пара в целях производства электроэнергии, а некоторая часть образует потери. Это ставит вопрос — уже обсуждавшийся в контексте некоммумерческих источников энергии (см. подраздел 3 раздела В главы III) — о том, следует ли проводить различие между производством вторичной энергии и потреблением энергии, если производство энергии происходит в секторе конечного ее потребления.

185. Наиболее подробный анализ производства энергии и использования ее каждым сектором конечного потребления приводится в матрицах "производства" и "поглощения", сопровождающих официальный австрийский баланс 5I/. Доменные печи как таковые в балансе не выделяются, поскольку для матрицы используется стандартная австрийская классификация отраслей промышленности. Производство доменного газа (а также кокса и коксового газа) регистрируется в строке, посвященной черной металлургии. Ни в одном другом из рассмотренных энергетических балансов нет такого подробного вспомогательного анализа конечного потребления энергии, однако домны рассматриваются как часть энергетического сектора в балансах Италии, Норвегии, Португалии, Федеративной Республики Германии и Швеции и в международных балансах ЕЭС, СБЕС, ЕЭК (Женева) и группы Брукхейвн/Юлих, а также в вопроснике Статистического бюро Организации Объединенных Наций (Нью-Йорк). Другие страны придерживаются того взгляда, что, поскольку производство и потребление доменного газа происходит в рамках черной металлургии (за редким исключением его продажи смежным отраслям), нет необходимости или пользы стремиться показать в энергетическом балансе эти потоки отдельно.

---

5I/ Матрица "производства" показывает количество каждого энергетического товара, выработанного каждой производящей отраслью, импортированного или взятого из запасов. Матрица "поглощения" показывает количество каждого товара, доставленного каждому внутреннему потребителю, отправленного на экспорт или в запас.



186. Того же рода проблема возникает и в отношении производства электроэнергии в самой отрасли из источников энергии, которые были закуплены в других отраслях. Эта проблема усложняется еще и тем, что в некоторых случаях одновременно производится электроэнергия и тепло (ТЭЦ). (То же справедливо и в отношении по крайней мере части производства электроэнергии из пара, полученного за счет тепла от доменного газа). Это тепло почти полностью используется в той отрасли, в которой оно производится, и, если бы это тепло производилось на чисто тепловых станциях, это потребовало бы закупки дополнительного количества топлива. В балансах Канады, Нидерландов, Федеративной Республики Германии, Франции (СЕРЕН), Швеции и Японии и в балансах некоторых международных органов собственное производство электроэнергии выделяется в отдельную строку.

187. В большинстве балансов подробно раскрываются затраты и производство энергопреобразующих отраслей в тексте самого баланса. Однако три страны (Австрия, Италия и Швеция) показывают лишь строки затрат и производства всех энергопреобразующих отраслей в целом в основной части баланса, но дополняют это более подробными таблицами о затратах и производстве каждой энергопреобразующей отрасли. Итальянский официальный баланс идет еще дальше и показывает потери в каждой преобразующей отрасли по каждому виду вводимого топлива. (Это делается путем разделения по каждому предприятию общего объема вводимой энергии пропорционально выходу вторичной энергии и потерям и путем последующей агрегации по всем предприятиям вначале компонента энергии, а затем компонента потерь в затратах ресурсов).

#### 4. Одновременное производство тепла и электроэнергии

188. Это ведет далее к следующей проблеме: если производство электроэнергии отраслью (с попутным производством тепла и без него) показано в балансе отдельно, должны ли электроэнергия и тепло охватывать все производство и потребление или лишь те количества, которые были проданы и использованы вне отрасли, в которой они были произведены. Эти проблемы уже обсуждались в главе III.

189. С этим же связано, но является самостоятельным видом деятельности, производство средне- или низкотемпературного тепла на чисто тепловых станциях для отопления городских районов. В тех балансах, где для этого выделяется строка (Австрия, Федеративная Республика Германии, Швеция, международные балансы ЕЭК и группы Брукхейвн/Юлих), выделяется также и графа для количества произведенного тепла и эта графа используется для отражения также тепла, производимого попутно с электроэнергией на электростанциях коммунально-бытового назначения и собственных электростанциях отраслей промышленности. В балансе Нидерландов отсутствует строка о производстве тепла, но в нем имеется колонка, посвященная теплу. В этой колонке приводится крупная цифра, отражающая первичное производство. Это —

тепло, содержащееся в паре, производимом на атомных электростанциях, плюс тепло, получаемое в результате сжигания коммунально-бытовых и промышленных отходов. Имеются также пункты, касающиеся тепла, производимого на нефтеперегонных заводах и электростанциях общего пользования. Существует также соответствующий пункт для затрат тепла на производство электроэнергии, но большая часть этого общего объема поставляемого тепла показана как использованное отраслью в качестве конечного потребителя.

190. Более трудным является вопрос о том, где показывать топливо, потребляемое при одновременном производстве тепла и электроэнергии. В шведском балансе предусматриваются отдельные строки только для электроэнергии, только для тепла и для ТЭЦ; то же самое наблюдается и в балансе ЕЭК 52/ (для отдельных видов топлива). Это весьма простое решение, поскольку оно позволяет избежать необходимости разделения компонента затрат топлива между двумя совместно производимыми продуктами — теплом, с одной стороны, и электроэнергией, с другой. В тех балансах, в которых отражены тепловые станции и электростанции (но не ТЭЦ), а именно в балансах Австрии, Федеративной Республики Германии и группы Брукхайн/Юлих, очевидно, что тепло, практически производимое промышленными ТЭЦ, отражается в строке "Коммунально-бытовое теплоснабжение", несмотря на то, что большая часть этого тепла промышленного производства используется в самой промышленности, где оно производится, а топливо для получения такого тепла отражается в строке, посвященной отрасли, производящей электроэнергию. Отсюда логически следует — если это действительно традиция, соблюдаемая в таких балансах, — что затраты ресурсов на производство тепла слишком малы, а затраты на собственное производство электроэнергии слишком высоки по отношению к производимой электроэнергии.

191. Слово "логически" употреблено преднамеренно, поскольку вопрос о том, следует ли разделять затраты на получение совместно производимых продуктов между этими продуктами, остается пока без ответа. С одной стороны, некоторые утверждают, что такое разделение может быть лишь искусственным и должно основываться на какой-либо более или менее произвольной условности, а поэтому от него следует отказаться. С другой стороны, утверждают, что энергетический анализ (см. раздел 6 главы I) нельзя выполнить, если невозможно проследить движение всех компонентов энергетических затрат на производство какого-либо сырьевого продукта или осуществление процесса, и что если одним из затрачиваемых ресурсов является электроэнергия, получаемая на ТЭЦ, то не остается иного выхода, кроме распределения на какой-либо основе затрачиваемых энергетических ресурсов для такого производства между этими двумя видами производимой энергетической продукции. Эта проблема более детально рассматривается в

приложении I 53/. Независимо от того, имеется ли в балансе отдельная строка для ТЭЦ и отражается ли собственное производство электроэнергии как часть преобразования или часть конечного потребления, нет абсолютно никакой необходимости разделять затрачиваемые ресурсы ТЭЦ на две разных строки (т.е. между различными производимыми видами продукции). Наиболее нейтральным путем представления такой информации является отражение затрачиваемых ресурсов и двух производимых видов продукции в одной строке для всего этого вида деятельности.

I92. В некоторых балансах, где производство тепла не выделяется в отдельную строку ни для чисто тепловых станций, ни в качестве одного из продуктов ТЭЦ, тем не менее отражается использование обработанного тепла, а также тепла, полученного путем сжигания коммунально-бытовых или промышленных отходов, либо в отдельной колонке (Италия, Нидерланды и Польша) или путем включения электроэнергии, произведенной из тепла, которое получено за счет сжигания отходов (Португалия, ЕЭС и СБЕС).

#### 5. Неэнергетическое использование

I93. Этот поток не столь прост, как кажется. Он охватывает два относительно простых элемента, а именно, использование в неэнергетических целях продуктов, являющихся по своему характеру источниками энергии (например, уголь, природный газ, сжиженный нефтяной газ и нефть), и использование продуктов, которые редко рассматриваются или вообще никогда не рассматривались — до настоящего времени — как источники энергии (например, смазочные материалы, воски, уайт-спириты). В итальянских балансах между этими двумя потоками проводится четкое различие. Во всех других балансах различается использование, но не различаются эти две группы продуктов.

I94. Осложнения возникают потому, что (как упоминалось выше) часть кокса, используемого в доменных печах, можно рассматривать скорее как сырье, чем топливо. В балансе Нидерландов предусмотрена графа для импорта нефти как сырья для производства сажи, которая полностью используется в неэнергетических целях (главным образом в качестве наполнителя при производстве резины). Могут быть высказаны аргументы в пользу включения также импорта и экспорта электродов, поскольку он является альтернативой импорту и экспорту нефтяного кокса (который широко применяется в производстве электродов). Следует еще раз подчеркнуть, что существует концептуальная связь между строками, отражающими виды деятельности или использования, и колонками для отдельных товаров, причем точный охват товаров в энергетическом балансе должен быть всегда четко выражен.

---

53/ См. также рекомендации МФИПИ (цитировались выше) и МСПРЭ (1976 г.).

## 6. Конечные потребители

I95. Степень детализации этой части современных балансов существенно различается. Во всех проводится некоторое разграничение между промышленностью, транспортом и другими конечными потребителями. Число самостоятельно выделяемых отраслей промышленности составляет 30 в Австрии, около 20 в Федеративной Республике Германии, около 15 во Франции (СЕРЕН) и Японии (ИЭЭ), около 10 в Аргентине, Италии (Министерство промышленности и торговли), Нидерландах и в балансах Брукхейвн/Юлих и лишь около пяти и менее в других изученных балансах. Некоторые страны (например, Соединенное Королевство) дают лишь краткое описание промышленного использования энергии в самих энергетических балансах и значительно более подробные сведения в прилагаемых таблицах. Число видов транспорта колеблется от одного до пяти. Подход к остальным секторам — в частности, в отношении того, выделяются ли внутренние потребители или потребители для бытовых целей, — также во многих случаях различен. В польском балансе собственное потребление энергетических отраслей рассматривается как компонент конечного потребления.

I96. Вопрос о желательной степени детализации, например о разграничении между различными потребителями и целями, в которых используется энергия, будет рассмотрен нами ниже. В балансе группы Брукхейвн/Юлих число категорий потребителей сокращено с целью высвободить место для разделения строк, касающихся бытового и (отдельно) коммерческого использования, на отопление/водоснабжение, нагрев/прочие виды, и разделения автомобильного транспорта на автобусы, грузовые и легковые автомобили. Возможно разделение и по другим признакам, и оно используется в одном из "восходящих" балансов, рассматриваемых в данной главе, ниже.

## 7. Первоначальные единицы и общие учетные единицы

I97. Многие изученные балансы публикуются парами, имеющими одинаковую структуру, причем одна часть пары выражена в первоначальных единицах, а вторая содержит те же данные, выраженные в избранных общих учетных единицах (см. ниже). Этой практики придерживаются Канада, Италия, Норвегия, Нидерланды, Португалия, Федеративная Республика Германии и Швеция. В Австрии баланс в общих учетных единицах не содержит никаких подробных сведений об энергопреобразующих отраслях или о составляющих сектора конечного потребления, но сопровождающие его матрицы "производства" и "поглощения", в которых данные приводятся только в первоначальных единицах, как уже упоминалось, весьма подробны. Соединенное Королевство опубликовало для каждой из девяти групп отраслей промышленности отдельные данные в первоначальных единицах, а в общих единицах — данные о поставках каждого из основных видов топлива.

198. Во французском балансе (СЕРЕН) показаны в едином балансе первоначальные единицы подробно для каждой широкой группы источников энергии (твердые вещества, жидкости, газы и электричество); далее следуют группы колонок, в которых приводятся построчные суммы для каждого типа источника по каждому элементу баланса, выраженные в общих учетных единицах. В неопубликованном польском балансе используются пары колонок для каждого источника энергии, при этом первоначальные единицы проставляются в первой графе, а общие учетные единицы — во второй.

199. Вплоть до 1978 года в балансах СБЕС составляющие балансы источников энергии выделялись из общего баланса по всем источникам с целью облегчить сведение в таблицу временных рядов. Таким образом, первоначальные данные, лежащие в основе общего баланса, могут быть найдены по частям в таблицах временных рядов по каждому источнику энергии. В 1979 году СБЕС утвердило матричную структуру своих балансов и опубликовало таблицы парами, в каждой из которых одна таблица выражена в первоначальных единицах, а другая — в общих единицах.

200. Что касается общей учетной единицы, то тераджоуль (или кратная ему единица) уже в 1977 году применялся пятью странами (Новая Зеландия, Норвегия, Португалия, Соединенное Королевство и Швеция), а все другие страны — члены Европейского экономического сообщества (Бельгия, Дания, Ирландия, Италия, Люксембург, Нидерланды, Федеративная Республика Германии и Франция) приняли ТДж в 1978 году. Австрия намерена поступить аналогичным образом, а Польша и Венгрия предполагают принять ТДж в 1980 году. ТДж применяется также в Статистическом ежегоднике северных стран и в новом энергетическом балансе Европейской экономической комиссии (ЕЭК), в документах Комиссии по сохранению энергии ВЭК и в работе Неббья. В новом балансе СБЕС, введенном с 1979 года, также применяется ТДж.

201. Теракалория (или кратная ей величина) в настоящее время используется по меньшей мере семью странами — Австрией (АСЦ), Аргентиной, Венгрией, Мексикой, Польшей и Японией и в предварительном балансе ФЭА Соединенных Штатов Америки. Тонна нефтяного эквивалента (ТНЭ) в настоящее время применяется ОЭСР, Бразилией, Финляндией, Францией (СЕРЕН), ЕЭС (Брюссель) и СБЕС (Люксембург) и по меньшей мере двумя крупными нефтяными компаниями. Тонна угольного эквивалента (ТУЭ) в настоящее время применяется Австрией (АХИ), Францией (ИЭЭ) и Организацией Объединенных Наций (серия J). Как отмечалось в разделе H главы IV, использование одного и того же наименования, такого как ТНЭ и ТУЭ, для обозначения учетной единицы не означает, что способ перехода к этой единице одинаков, даже если определение единицы в плане количественного содержания в ней энергии идентично.

202. Стандартный баррель нефти в день применяется в энергетических балансах некоторых нефтяных компаний. Британская тепловая единица (БТЕ) применяется в Канаде и Соединенных Штатах Америки в их публикуемых балансах, а терма по-прежнему применяется в Соединенном Королевстве (в дополнение в ТДж). Соединенное Королевство использует также ТНЭ и ТУЭ в качестве иллюстративной единицы.

#### 8. Теплотворная способность топлива

203. Все страны, за исключением Канады, Новой Зеландии, Соединенного Королевства, Соединенных Штатов Америки и Японии, используют НТС.

#### 9. Агрегация источников энергии

204. При обсуждении альтернативных подходов к строкам баланса, посвященным энергопреобразующим отраслям, было указано, что варианты должны рассматриваться с учетом того, каким образом затрачиваемые и произведенные ресурсы этих отраслей отражены в колонках баланса, выделенных для отдельных источников энергии. Это особый случай проблемы агрегации различных источников энергии, который мы сейчас рассмотрим в общем виде.

205. Для простоты в остальной части данного раздела будет рассмотрена гипотетическая страна со структурой отдельных потоков энергии, показанной в следующей таблице. Каждая колонка представляет собой упрощенный товарный энергетический баланс, в котором каждая цифра первоначально понимается как показывающая количества, измеренные в физических учетных единицах, наиболее широко используемых для каждого источника энергии (тонны для твердых и жидких видов топлива и кВт-ч для электроэнергии). На данной стадии не может быть колонки "итога". Движение запасов, собственное потребление энергетическими отраслями, бункеровка, потери при распределении и использование на неэнергетические цели преднамеренно опущены, поскольку они не влияют на существо вопроса. При таком упрощении 20 "нисходящих" балансов, рассматриваемых в данном разделе, могут быть сведены к шести основным формам. Для еще большего упрощения полные наименования строк и колонок повторяться не будут, а будут обозначаться лишь буквами, проставленными в приведенной выше таблице. (Позднее мы введем альтернативные подходы к электроэнергии, отражающие весь диапазон существующей практики).

Товарные энергетические балансы

Поток \ Источник	Уголь (У)	Сырая нефть (СН)	Нефте-продукты (НП)	Электро-энергия (Э)
Производство	100	-	95	30
Импорт	10	100	-	-
Экспорт	-	-	1	-
Итого, предложение	110	100	94	30
Затраты энергии на преобразование	110	100	90	-
Конечное потребление	110	-	4	30
Итого, спрос	110	100	94	30

206. Предположим теперь, что цифры в этой таблице уже переведены в единую учетную единицу (например, тераджоули). В таком случае из таблицы видно, что страна произвела 100 ТДж, импортировала 10 ТДж и потребила 110 ТДж угля, совершенно не использовав его для переработки в кокс, в другие виды твердого топлива, газ или электроэнергию; она импортировала 100 ТДж сырой нефти и из этого количества получила 95 ТДж продуктов нефтепереработки, из которых 1 ТДж был экспортирован и 4 ТДж пошли на конечное потребление. Остальные 90 ТДж были использованы в качестве затрачиваемых ресурсов на производство электроэнергии, что дало 30 ТДж, которые были полностью использованы конечными потребителями энергии.

207. Добавим теперь итоговую колонку, с тем чтобы свести четыре отдельных баланса в общий энергетический баланс:

/...

Общий энергетический баланс, тип I  
(в тераджоулях)

Поток \ Источник	Источник				
	У	СН	НП	Э	Итого
Производство	100	—	95	30	225
Импорт	10	100	—	—	110
Экспорт	—	—	1	—	1
Итого, предложение	110	100	94	30	334
Затраты энергии на преобразование		100	90	—	190
Конечное потребление	110	—	4	30	114
Итого спрос	110	100	94	30	334

Такие арифметические вычисления просты, и это основная форма, применяемая в балансах Италии (Министерство промышленности и торговли), Норвегии, Польши и Португалии (хотя подход к электроэнергии отличается в каждом из этих случаев).

208. Слабость такой структуры состоит в том, что итог первой строки, и, следовательно, итог предложения, дважды учитывает первичные источники энергии, используемые для преобразования: в строке "Производство" 95 ТДж продуктов нефтепереработки содержат 30 ТДж электроэнергии и в строке "Итого, предложение" 100 ТДж сырой нефти содержат 95 ТДж продуктов нефтепереработки (из них 1 ТДж был экспортирован), которые в свою очередь содержат 30 ТДж электроэнергии (так что можно даже утверждать, что электроэнергия подсчитывается трижды). Этот двойной подсчет устраняется строкой "Затраты энергии на преобразование", но остается фактом то, что существует двойной подсчет в показателях предложения.

209. Один из путей устранения этой проблемы состоит в том, чтобы считать в итоговой колонке строки "Производство" только первичный источник (источники) энергии в этой строке. Если это будет сделано, данные в итоговой колонке строки "Преобразование" могут состоять лишь из потерь в процессе преобразования: эти потери вместе



с общим количеством вторичной (и первичной) энергии, поставленной конечным потребителям энергии, составляют общую цифру наличного предложения энергии. Это основная форма итальянского баланса (ЭНИ):

Общий энергетический баланс, тип II  
(в тераджоулях)

Поток \ Источник	Источник				
	У	СН	НП	Э	Итого
Производство	100	—	(95)	(30)	100
Импорт	10	100	—	—	110
Экспорт	—	—	1	—	1
Итого, предложение	110	100	94	30	209
Затраты энергии на преобразование	—	(100)	(90)	—	65
Конечное потребление	110	—	4	30	144
Итого, спрос	110	100	94	30	209

Хотя такой прием устраняет двойной подсчет, он делает баланс менее удобным для чтения, а связь между отдельными цифрами в строке и итоговыми показателями в этой строке может ускользать от внимания, если в балансе много колонок. В таблице могут быть показаны истинные затраты энергоресурсов на преобразование (даются в скобках), однако в итоговой колонке строки преобразования приводятся лишь потери при преобразовании (т.е. разница между 190 ТДж затрачиваемых ресурсов и 125 ТДж преобразованной энергии).

210. Некоторые страны (Австрия (АСЦ), Нидерланды до 1976 года включительно, но сейчас иначе, Франция (СЕРЕН), и Новая Зеландия) проводят различие между строкой первичных источников энергии и строкой производства вторичных источников энергии в разделе баланса, касающемся предложения, и тем самым ясно показывают затраты энергии и произведенную энергию при преобразовании, но в то же время вновь возникает двойной подсчет в строке "Итого, предложение". В приводимой ниже таблице строка, посвященная вторичному производству, названа "Продукция преобразования" (III).

Общий энергетический баланс, тип III  
(в тераджоулях)

Поток \ Источник	У	СН	НП	Э	Итого
Первичное производство	100	—	—	—	100
Продукция преобразования	—	—	95	30	125
Импорт	10	100	—	—	110
Экспорт	—	—	1	—	1
Итого, предложение	110	100	94	30	334
Затраты энергии на преобразование	—	100	90	—	190
Конечное потребление	110	—	4	30	144
Итого, спрос	110	100	94	30	334

В упомянутых выше балансах четырех стран фактически применяется такая последовательность: первичное производство ... импорт ... производство вторичных источников. В балансе СЕРЕН прежде чем вычесть экспорт показывают промежуточный итог "Итого, поставки первичной энергии". В балансе Новой Зеландии различаются "валовое предложение", включающее двойной подсчет, и "чистое предложение", представляющее собой строку, вставляемую после строки о затратах энергии на преобразование. В австрийском балансе (АСЦ) экспорт рассматривается как компонент спроса, а не как сокращение предложения. (То же правило для экспорта применяется и в японском балансе (СОГО), но основная структура обоих японских балансов различна: см. ниже). Это приводит к изменению фактических показателей по общему объему предложения и общему объему спроса — один из многих примеров того, как одна и та же концепция может иметь существенно различные значения.

2II. Более строгие рамки применяются в семи других балансах <sup>54/</sup>, но наиболее отчетливо это видно в балансах Федеративной Республики Германии и группы Брукхейвн/Юлих, а также в последнем балансе СБЕС.

<sup>54/</sup> Австрия (АХИ), Нидерланды (после 1977 года), Соединенные Штаты Америки (ФЭА), Федеративная Республика Германии, Швеция, группа Брукхейвн/Юлих и СБЕС.

Во всех этих балансах совершенно отдельно рассматриваются производство источников первичной энергии, с одной стороны, и производство источников вторичной энергии, с другой. Структурно баланс состоит из трех четко выделенных частей (поставки первичного сырья, преобразование и конечное потребление), а не из обычных двух (поставки и потребление):

Общий энергетический баланс, тип IV

(в тераджоулях)

Поток \ Источник	Источник				
	У	СН	НП	Э	Итого
Производство	100	—	—	—	100
Импорт	10	100	—	—	110
Экспорт	—	—	1	—	—
Итого, предложение	110	100	-1	—	209
Затраты энергии на преобразование	—	100	90	—	190
Продукция преобразования	—	—	95	30	125
Разница	—	-100	+5	+30	+65
Конечное потребление	110	—	4	30	144

Строка "Разница" была добавлена для того, чтобы показать чистую продукцию сектора преобразования. Эта строка прямо не фигурирует в публикуемых балансах и может показаться аномальной, поскольку она внешне показывает прирост в процессе преобразования сырой нефти в нефтепродукты. В то же время такая структура баланса восстанавливает общие потери в секторе преобразования (65 ТДж), но лишена неудобных свойств, характерных для баланса типа II.

212. Видимая аномалия прироста в процессе преобразования исчезает, если строки затрат энергии на преобразование (ЭП) и продукции преобразования (ПП) разделить на составляющие их энергетические отрасли:

/...

## Общий энергетический баланс, тип IY

(в тераджоулях)

Поток \ Источник	Источник				
	У	СН	НП	Э	Итого
Производство	100	-	-	-	100
Импорт	10	100	-	-	110
Экспорт	-	-	1	-	1
Итого, предложение	110	100	-1	-	209
ЗЭП { Нефтеперегонные заводы Электростанции	-	100	-	-	100
	-	-	90	-	90
НП { Нефтеперегонные заводы Электростанции	-	-	95	-	95
	-	-	-	30	30
Конечное потребление	110	-	4	30	144

В общем балансе Австрии (АХИ) не дается разбивки затрачиваемой энергии по отдельным преобразующим отраслям, и ни в этом австрийском балансе, ни в предварительном балансе ФЭА не показывается, происходит ли продукция какого-либо производного источника энергии из одной или из нескольких преобразующих отраслей. Это не имеет значения, если выделяется лишь столько видов энергетической продукции, сколько существует преобразующих отраслей, и если каждая из этих отраслей производит лишь один вид продукции. Однако если один вид продукции производится из двух и более источников энергии или в двух и более отраслях, то желательно подразделить эти отрасли таким образом, чтобы ясно показать связь между затратами энергии на получение каждого вида энергетической продукции.

213. Возьмем, к примеру, продукт, который может быть получен либо из угля, либо из сырой нефти (например, газ с конкретными характеристиками). Тогда желательно будет включить новую строку (а также новую колонку).

Общий энергетический баланс, тип IY, несколько расширенный  
(в тераджоулях)

Поток \ Источник	У	СН	НП	ЗГ*	Э	Итого
Производство	100	-	-	-	-	100
Импорт	10	100	-	-	-	110
Экспорт	-	-	1	-	-	1
Итого, предложение	110	100	-1	-	-	209
ЗЭП (Нефтеперегонные заводы)	-	100	-	-	-	100
Электростанции	-	-	90	-	-	90
Газовые заводы	10	-	4	-	-	14
ПШ (Нефтеперегонные заводы)	-	-	95	-	-	95
Электростанции	-	-	-	-	30	30
Газовые заводы	-	-	-	12	-	12
Конечное потребление	100	-	-	12	30	142

\*Заводской газ.

В балансах Федеративной Республики Германии и группы Брукхейвен/Юлих, как уже упоминалось, проводится различие примерно между двенадцатью отдельными видами деятельности по преобразованию энергии. В балансах Соединенных Штатов Америки (ФЭА), Швеции и СБЕС таких выделенных видов деятельности меньше. Баланс СБЕС (до 1978 года) весьма отличался от приведенной выше формы, поскольку, как упоминалось ранее, в нем сводились в таблицу как группа балансы по каждому источнику энергии отдельно от общего баланса по всем источникам и перечислялись данные по каждому источнику энергии по каждой указанной выше строке в целях облегчения публикации временных рядов, следующим образом:

Производство  
Уголь  
Сырая нефть  
.  
.  
.  
- Импорт  
Уголь  
Сырая нефть  
.  
.  
.

214. В канадском балансе применено совершенно иное решение проблемы двойного подсчета. В нем содержится два похожих, но самостоятельных баланса - один для источников первичной энергии, второй для источников вторичной энергии, после чего дается сумма чистых поставок по каждому из них следующим образом:

Общий энергетический баланс, тип У  
(в тераджоулях)

Поток \ Источник	У	СН	НП	Э	Итого
<u>Первичные источники</u>					
Производство	100	-	-	-	100
Импорт	10	100	-	-	110
Экспорт	-	-	-	-	-
Затраты энергии на преобразование	-	100	-	-	100
Источники-1	110	-	-	-	110
<u>Производные источники</u>					
Производство	-	-	95	30	125
Затраты	-	-	-	-	-
Энергия	-	-	1	-	1
Затраты энергии на преобразование	-	-	90	-	90
Источники-2	-	-	4	30	34
Итого: источники 1+2	110	-	4	30	144
Конечное потребление	110	-	4	30	144

/...

Это действительно помогает обойти проблему двойного подсчета, но создает также много пустот, в особенности в первой части баланса. Аналогичный подход применяется и во французском официальном балансе 55/, который идет даже дальше, и в нем приводятся "минибалансы" для каждого источника энергии в отдельности. Эти французские балансы не так-то легко использовать, поскольку все цифры по отдельным источникам энергии приводятся лишь в первоначальных единицах и только итог по всем источникам выражен в единой учетной единице (ТНЭ), а взаимосвязь между составляющими показателями и соответствующими итогами по строкам (где эти итоги проставляются) иногда выражена весьма нечетко.

215. Из всех до сих пор рассматривавшихся в данном разделе балансов тип, применяемый Федеративной Республикой Германии, группой Брукхейм/Юлих и утвержденный в 1979 году СБЕС, является наиболее ясным и наиболее информативным, преимущественно благодаря числу деталей, которые могут быть в нем отражены относительно затрат энергии и продукции каждой преобразующей отрасли. Но и в этом случае сохраняется некоторый двойной подсчет (как указывается в примечаниях к балансу Федеративной Республики Германии), поскольку баланс включает отдельные итоговые строки для затрат энергии и продукции преобразования соответственно. Итоговая строка по затратам энергии включает сырую нефть, направляемую на переработку, и мазут для электростанций. Итоговая строка продукции преобразования включает нефтепродукты и электроэнергию. Однако эта часть баланса действительно занимает много места, которое можно было бы лучше использовать, например путем выбора более удобно читаемого размера шрифта для всей таблицы и путем расширения раздела, посвященного конечному потреблению, с тем чтобы дать некоторую информацию об основных целях (отопление, технологическое тепло, движущая сила, освещение ...), в которых используется энергия в рамках каждого класса конечного потребления 56/.

216. Лишь в очень немногих ячейках раздела баланса, посвященного преобразованию, приводятся данные как по затратам энергии, так и по энергетической продукции. Следовательно, не произойдет практически

---

55/ Опубликовано Французским национальным комитетом для Всемирной энергетической конференции.

56/ Аргентина ранее публиковала детальный общий энергетический баланс, но в течение примерно последних 10 лет публикует отдельные таблицы, показывающие, соответственно, поставку первичной и вторичной энергии, затраты энергии и продукцию преобразования и конечных потребителей. Бразилия публикует относительно простой общий энергетический баланс, но в нем показываются лишь количества на основе затрат первичной энергии.

никакой потери информации в результате добавлений в матричном смысле (т.е. добавления по отдельным ячейкам или наложения) субматриц баланса, касающихся затрат энергии и энергетической продукции. Преимущества такого порядка заключаются не только в высвобождении ценного места для новой информации (например, для более детального анализа конечного потребления), но и в прямом отражении потерь тепла, происходящих в ходе каждого процесса преобразования. Затраты энергии теперь следует показывать с отрицательным знаком, а энергетическую продукцию с положительным знаком в той же строке, и таким образом потери тепла отражаются со знаком минус в колонке "Итого".

Общий энергетический баланс, тип У1

(в тераджоулях)

Поток \ Источник	У	СН	НП	ЗГ	Э	Итого
Производство	100	-	-	-	-	100
Импорт	10	100	-	-	-	110
Экспорт	-	-	-1	-	-	-1
Наличное предложение	110	100	-1	-	-	209
Газовые заводы	-10	-	-4	+12	-	-2
Нефтеперегонные заводы	-	-100	+95	-	-	-5
Электростанции	-	-	-90	-	+30	-60
Конечное потребление	100	-	-	12	30	142

Эта структура баланса используется в Соединенном Королевстве, Финляндии и Японии, а также СБЕС и в новом энергетическом балансе ЕЭК (Женева). Экспорт показывается с отрицательным знаком, но наименование строки обычно истолковывается как прямое указание на необходимость вычесть содержащиеся в этой строке цифры при сложении показателей любой колонки 57/.

57/ Опрямительная ссылка на строку "экспорт" может привести читателя к ошибочному толкованию отрицательной цифры как означающей чистый импорт.



217. Такая структура экономична с точки зрения использования места и в то же время становится ясной, после того как выработаются навыки толкования смысла знаков в разделе преобразования. Например, читая строку данных о нефтеперегонных заводах, мы видим, что затраченная энергия в объеме 100 ТДж сырой нефти позволила произвести 95 ТДж нефтепродуктов с потерей в процессе перегонки 5 ТДж. Читая колонку переработки нефти, мы видим, что продукция в объеме 95 ТДж была использована следующим образом: 90 ТДж было направлено на электростанции для производства электроэнергии, 4 ТДж ушло на газовые заводы в качестве одного из исходных ресурсов для производства газа (другим исходным ресурсом было 10 ТДж угля) и 1 ТДж был экспортирован. Потери информации не происходит, поскольку любая строка или колонка всегда может быть разделена на две (и более), если любой показатель процесса преобразования для любой страны при существующем числе строк и колонок будет содержать данные как о затраченной энергии, так и о произведенной продукции. В то же время более подробный баланс может быть легко сжат до более высокого уровня агрегации. Не менее важно и то, что устраняется какой бы то ни было двойной подсчет.

## 10. Ядерная энергия

218. Ядерные, гидромеханические и геотермальные (и другие возобновляемые) источники энергии создают проблему, уже обсуждавшуюся с другой точки зрения в разделах C и D главы IV. Они преобразуются в электроэнергию, но не вписываются в рассматриваемые нами системы учета иначе как путем введения какого-либо нового типа измерения или принятия какого-либо условия, позволяющего выражать их в избранных учетных единицах. Эта проблема имеет два аспекта для тех стран, которые подготавливают балансы как в первоначальных единицах, так и в общих учетных единицах. В данном разделе мы рассмотрим лишь ядерную энергию.

219. В приложении II дается краткое описание природы деления атомного ядра и технологии его использования для выработки электроэнергии. Двумя существенными характеристиками, связанными с обсуждаемым здесь вопросом, являются следующие: во-первых, количество энергии, получаемой из данного количества ядерного топлива, зависит от типа реактора, в котором происходит деление; во-вторых, количество энергии, получаемой в течение одного года из ядерного топлива в активной зоне атомного реактора любого типа, представляет собой лишь очень малую долю общего количества энергии, которое можно получить при современной технологии в течение всего срока службы реактора. Отсюда следует, что, если запасы и потоки ядерного топлива должны быть введены в энергетический баланс, равно как и электроэнергия, полученная за счет выделяемого в результате ядерной реакции тепла, необходимо увязать энергетическую ценность запасов топлива с числом действующих реакторов и современной технологией подготовки и переработки ядерного топлива. Строго говоря, это означало бы, что при

смене технологии возникает необходимость переоценки энергетического содержания топлива в активных зонах действующих реакторов. Как уже отмечалось 58/, эта проблема схожа с ситуацией, которая возникла бы, если бы мы могли получать лишь часть тепла, содержащегося в сжигаемом на электростанциях угле, и сохраняли бы частично сожженные остатки, в которых количество энергии, поддающейся извлечению в будущем, зависит от современной и будущей технологии сжигания угля.

220. Эта серьезная проблема рассматривается далее в приложении III. В энергетическом балансах, изученных при подготовке данного руководства, ни одна из стран, имеющих атомные электростанции, не пытается количественно определить (в своих балансах) движение запасов ядерного топлива. Четыре из них стремятся определить количество потребляемого топлива либо в единицах его массы (Италия и Нидерланды), либо в энергетических единицах, таких как ТУЭ (Федеративная Республика Германии) или ТНЭ (Швеция). Основа итальянских оценок не совсем понятна. Нидерланды показывают производство тепла в активных зонах реакторов в виде количества пара, используемого в качестве затрат энергии на производство электроэнергии на атомных электростанциях. Показатели Федеративной Республики Германии и Швеции высчитываются обратным путем, исходя из предпосылки, что эффективность производства электроэнергии на атомной электростанции несколько ниже наблюдаемой на традиционных тепловых электростанциях (Швеция) или равна достигнутой на традиционных станциях (Федеративная Республика Германии). Метод Федеративной Республики Германии применяется также в балансе группы Брукхейвен/Юлих. Ни одна другая страна или международный орган не показывают ядерное топливо в качестве источника энергии, а отражают лишь полученную на атомных электростанциях электроэнергию (хотя в некоторых балансах она и называется "ядерной электроэнергией").

221. В балансах, выраженных в общих учетных единицах, почти повсеместно принято выражать количества ядерной энергии через эквивалент ископаемых видов топлива, необходимого для производства того же количества энергии, которое было выработано на атомных электростанциях. Только Канада, Новая Зеландия и Организация Объединенных Наций (серия J) показывают электроэнергию, выработанную на атомных электростанциях (АЭС), в ее тепловом эквиваленте (а не в эквиваленте ископаемого топлива). Применяемое процентное выражение КПД выработки электроэнергии во всех балансах во многом различно, и отсюда вытекает проблема сопоставимости между различными странами 59/

---

58/ Раздел C главы III.

59/ Как утверждается, некоторые балансы отражают тепло, производимое реакторами, но практически во всех из них это количество оценивается либо на основе КПД производства электроэнергии, либо предполагается определенный КПД в процентном выражении, с тем чтобы прийти к оптимальным издержкам производства электроэнергии на АЭС, выраженным в ископаемых видах топлива.

/...

222. Все страны, производящие электроэнергию на атомных электростанциях, за исключением Федеративной Республики Германии и международных балансов ЕЭС, СБЕС (до 1978 года) и ОЭСР, показывают производство электроэнергии на АЭС как чисто внутреннюю деятельность без какой-либо зависимости от импорта. Баланс Федеративной Республики Германии отражает производство электроэнергии на АЭС как импорт. В 1979 году СБЕС утвердило тот же принцип, но показывает национальный импорт тепла, а не угольного эквивалента. (По Франции, имеющей некоторое количество собственного урана, баланс СБЕС показывает первичное тепло одновременно и как импортированное, и как произведенное внутри страны).

223. В приложении III более подробно рассматривается концептуальная основа полного баланса ядерной энергии. Более реалистичной основой, позволяющей подвести текущую практику к полному учету, было бы принятие следующих принципов в национальных энергетических балансах:

а) в основном энергетическом балансе "Производство электроэнергии на атомных электростанциях" должно быть выделено в отдельную строку. Должна быть добавлена новая колонка "Ядерное топливо". Цифра на их пересечении должна показывать зарегистрированное или оцененное количество выделенного тепла (или сожженного топлива) в реакторе (с отрицательным знаком). Эта же цифра должна быть перенесена в пределах колонки и повторена (с положительным знаком) либо в строке "Производство", либо в строке "Импорт", в зависимости от того, является ли соответствующая страна производителем или импортером урановой руды. Для простоты (в основном балансе) не следует предпринимать попыток уточнить, была ли импортированная руда обогащена или переработана в стране, которая ее использовала, или показывать экспорт каких-либо ядерных материалов. В принципе необходимо будет добавить новую строку для переработки топлива и, в частности, для заводов по разделению изотопов, чтобы баланс мог отражать поток электроэнергии в эту энергоемкую отрасль. В идеальном случае эта строка должна быть расположена в разделе преобразования или в разделе конечного потребления баланса, но если это будет неприемлемо по соображениям конфиденциальности, то тогда по крайней мере электроэнергия, использованная отраслью по переработке ядерного топлива, должна быть включена в строку "Другие отрасли промышленности" в секторе конечного потребления.

б) во вспомогательной таблице должны быть предусмотрены строки и колонки для отражения потоков в реакторы на тепловых нейтронах и из них (как показано на схеме I приложения III). Такая таблица должна показывать имеющиеся данные по крайней мере в первоначальных единицах (тонны). Если это возможно, вторая таблица с такой же структурой должна показывать те же потоки в тераджоулях. Коэффициент пересчета в тераджоули должен отражать современную

ядерную технологию (а именно ЛВР с тремя рециркуляциями облученного топлива или ТВР без рециркуляции). Эти две технологии характеризуются приблизительно одним и тем же коэффициентом пересчета.

## II. Гидромеханическая и геотермальная энергия

224. Эти два источника энергии не связаны с проблемами запасов, характерными для ядерной энергии: для удобства (для данной цели) запасы воды и геотермального тепла рассматриваются как резервы или ресурсы и потому выходят за рамки настоящего пособия. Однако остается проблема количественного определения первичных затрат энергии, в используемой для производства электроэнергии из гидравлической или геотермальной энергии.

225. Как отмечается в главе IV, существуют три подхода к решению этой проблемы. Те страны, для которых гидроэнергия важна вследствие ее обилия и, следовательно, дешевизны, выработали такую структуру потребления энергии, которая в большой степени зависит от (дешевой) электроэнергии. Для таких стран было бы весьма искусственным выражать гидроэлектроэнергию в виде энергетического содержания ископаемого топлива, которое было бы необходимо для производства того же количества электроэнергии, поскольку (как они весьма резонно утверждают) они не использовали бы столь много электроэнергии, если бы не могли ее дешево производить за счет неисчерпаемой гидромеханической энергии. Шведы, австрийцы и итальянцы (МПТ) применяют средний КПД гидроэлектростанций (80-85%), чтобы выразить гидроэлектроэнергию в виде условных затрат первичной энергии.

226. В балансах Канады, Новой Зеландии, Норвегии, Соединенных Штатов Америки (ФЭА) и Франции (ИЭЖЭ) гидроэлектроэнергия рассматривается как представляющая собой первичную энергию: это второй подход, основанный на предположении о том, что, за исключением мелких и относительно незначительных случаев прямого использования гидромеханической энергии для приведения в действие механизмов, гидроэнергия должна быть превращена в электроэнергию, прежде чем она станет пригодна для широкого использования.

227. Третий подход заключается в том, чтобы поступать так же, как и в отношении ядерной энергии, и использовать в качестве основы энергетическую модель частичного замещения, или оптимальных издержек. Такой подход применяется в балансе ЭНИ для Италии и в балансах Португалии, Федеративной Республики Германии, СБЕС и ОЭСР, но фактически КПД во всех балансах весьма различен.

228. Геотермальная электроэнергия выражается как тепловая энергия в балансе Новой Зеландии, в эквиваленте ископаемого топлива в балансе Италии (ЭНИ), но на основе условной физической энергии (исходя из КПД порядка 10%) в балансах Италии (МПТ) и Неббья.

229. Из-за коренного различия результатов, получаемых на основе оптимальных издержек, с одной стороны (исходя из КПД порядка 35%), и на основе условных затрат первичной энергии, с другой (исходя из КПД порядка 85% для гидроэнергии и около 10% для геотермальной энергии), в новых балансах ЕЭК (Женева) и Статистического бюро Организации Объединенных Наций приводятся данные, полученные на обеих основах, для включения в одну и ту же таблицу. То же решение применяется для некоторых анализов в работе Дармштадтера (1971).

230. Однако необходимо напомнить, что уже были вынесены рекомендации отражать гидроэлектроэнергию как электроэнергию, но с эквивалентом затрачиваемого ископаемого топлива в качестве дополнительных статистических данных (пункт 105), и учитывать геотермальное тепло как таковое (пункт 115). Приводимые ниже примеры показывают, как эти различные подходы к гидро- и геотермальной (а также ядерной) электроэнергии могут быть отражены в общем энергетическом балансе.

## 12. Учет первичной электроэнергии

231. Добавляются колонки для электроэнергии, выработанной на атомных, гидро- и геотермальных электростанциях, а в раздел баланса, касающийся преобразования энергии, вводится такое же количество строк. Приводимые ниже три баланса демонстрируют также последствия изменения КПД выработки электроэнергии, используемого для оценки затрат первичных энергетических ресурсов от 33% до 100% для электроэнергии, вырабатываемой на атомных электростанциях (последний подход равнозначен трактовке электроэнергии, вырабатываемой на АЭС, как первичной энергии), от 33% до 75% 60/ и далее до 100% для гидроэлектроэнергии (и вновь КПД = 100% равнозначен трактовке гидроэлектроэнергии как первичной энергии), и от 33% до 10% и далее до 100% для геотермальной электроэнергии (при этом КПД = 100% трактуется так же, как и в примерах, приведенных выше). Эти примеры кратко излагаются ниже.

### Предполагаемые КПД выработки электроэнергии (в процентах)

Пример	Электроэнергия, вырабатываемая на АЭС	Гидроэлектроэнергия	Геотермальная электроэнергия
A	33	33	33
B	33	75	10
C	100	100	100

60/ Для упрощения применяется вместо 85%.

/...

Влияние альтернативных предположений относительно  
КПД выработки первичной электроэнергии: три баланса  
(в тераджоулах)

ПРИМЕР А		Источники	Уголь	Нефть	Нефтепродукты	Электроэнергия, вырабатываемая на АЭС	Гидроэнергия, электроэнергия	Геотермальная электроэнергия	Электроэнергия	Итого	
Поток											
Производство Импорт Экспорт			100	-	-	10	10	10	-	130	
			10	100	-	-	-	-	-	110	
			-	-	1	-	-	-	-	1	
Затраты первичной энергии			110	100	- 1	10	10	10	-	239	
Выработка: электроэнергии на АЭС гидроэлектроэнергии геотермальной электроэнергии электроэнергии на традиционных ТЭС			-	-	-	-10	-	-	+3	-7	
			-	-	-	-10	-	-	+3	-7	
			-	-	-	-	-10	+3	-7		
			-	-	-90	-	-	+30	-60		
Итого			-	-	-90	-10	-10	-10	+39	-81	
Нефтеперегонные заводы			-	-100	+95	-	-	-	-	-5	
Конечное потребление			110	-	4	-	-	-	39	153	

ПРИМЕР В

Источник Поток	Итого						
	Уголь	Нефть	Нефтепродукты	Электроэнергия, вырабатываемая на АЭС	Гидроэнергия	Геотермальная энергия	Электроэнергия
Производство	100	-	-	10	4	30	-
Импорт	10	100	-	-	-	-	-
Экспорт	-	-	1	-	-	-	-
Затраты первичной энергии	110	100	-1	10	4	30	-
Выработка:							
электроэнергии на АЭС	-	-	-	-10	-	-	+3
гидроэлектроэнергии	-	-	-	-	-4	-	+3
геотермальной электроэнергии	-	-	-	-	-	-30	+3
электроэнергии на традиционных ТЭС	-	-	-90	-	-	-	+30
Итого	-	-	-90	-10	-4	-30	+39
Нефтеперерабатывающие заводы	-	-100	+95	-	-	-	-
Конечное потребление	110	-	+4	-	-	-	+39
							153

ПРИМЕР С

Источник Поток	Итого						
	Уголь	Нефть	Нефте- продукты	Электро- энергия, выработанная на АЭС	Гидро- электро- энергия	Геотер- мальная электро- энергия	Электро- энергия
Производство	100	-	-	3	3	3	-
Импорт	10	100	-	-	-	-	-
Экспорт	-	-	1	-	-	-	-
Затраты первичной энергии	110	100	-1	3	3	3	-
Выработка: электроэнергии на АЭС	-	-	-	-3	-	-	+3
гидроэлектроэнергии	-	-	-	-	-3	-	+3
геотермальной электро- энергии	-	-	-	-	-	-3	+3
электроэнергии на традиционных ТЭС	-	-	-90	-	-	-	+30
Итого	-	-	-90	-3	-3	-3	+39
Нефтеперерабатывающие заводы	-	-100	+95	-	-	-	-
Конечное потребление	110	-	4	-	-	-	39
							153



232. Как видно из таблиц, изменения предполагаемого КПД выработки электроэнергии влияют на общее количество требуемой первичной энергии и потери при преобразовании, но не на уровень конечного потребления энергии:

Взаимосвязь между затратами первичной энергии и конечным потреблением энергии

(в тераджоулях)

Пример	Количество требующейся первичной энергии	Потери при преобразовании	Конечное потребление энергии
A	239	86	I53
B	253	100	I53
C	218	65	I53

Эта таблица дает еще один пример того, как один и тот же "ярлык" может означать совершенно разные количества, а также подтверждает огромную важность четкого определения того, каким способом первоначальные единицы измерения были переведены в общую учетную единицу и какие были использованы предположения при выведении показателей для энергетического баланса.

233. Во всех трех случаях первичная электроэнергия была переведена в разделе баланса, касающемся преобразования энергии, из колонки происхождения в основную колонку электроэнергии. Это сделано отчасти потому, что колонки, посвященные электроэнергии, выработанной на АЭС, гидро- и геотермальной электроэнергии, представляют собой в принципе энергетические затраты на процесс выработки электроэнергии, а также потому, что редко (если вообще когда-либо) можно определить, на электростанциях какого конкретного типа была произведена электроэнергия, использованная любой данной группой потребителей; на практике было бы невозможно распределить 39 ТДж электроэнергии в строке "Конечное потребление" между электроэнергией, произведенной на АЭС гидро- и геотермальной электроэнергией.

234. Прежде чем завершить этот обзор различий в практическом подходе к электроэнергии в энергетических балансах, интересно отметить, что во французском балансе и до настоящего времени в балансах ЕЭС и СБЕС вся электроэнергия, включая выработанную на электростанциях на ископаемом топливе, рассматривается лишь в плане фактически потребованного для ее производства или расчетного количества ископаемого топлива.

235. Другой, менее распространенный подход заключается в том, чтобы выражать импорт и экспорт электроэнергии в эквиваленте ископаемого топлива (Федеративная Республика Германии, Франция (СЕРЕН), Португалия и группа Брукхейвн/Юлих, а также СБЕС до изменения базиса, в 1979 году). Италия (ЭНИ) выражает таким образом импорт, но не экспорт. Такой подход создает некоторую проблему в тех балансах, где эквивалент ископаемого топлива для выработки электроэнергии не применяется во всех их разделах (т.е. Федеративная Республика Германии и группа Брукхейвн/Юлих), поскольку отработанное тепло, условно приписываемое чистому импорту, должно быть впоследствии учтено в балансе. Это может быть сделано путем "проведения" импортированной электроэнергии через графу отечественной электроэнергии (как в балансе ЭНИ), в результате чего условно рассчитываемое отработанное тепло включается в общие потери тепла в процессе отечественного производства электроэнергии, если внешняя торговля электроэнергией отражается в одной из колонок, отведенных для первичной электроэнергии. Однако, если торговля электроэнергией отражается в колонке "Вторичная электроэнергия" (показывающей продукцию электроэнергетики), то такой подход невозможен. Балансы Федеративной Республики Германии и группы Брукхейвн/Юлих решают эту проблему путем включения условно рассчитанного отработанного тепла как оцененной разницы в строку потерь.

236. Возобновляемые источники энергии, такие как солнечная энергия, энергия биогаза, ветра, волн и приливов, могут быть включены путем добавления к балансу одной и более колонок. Энергия, преобразованная в электроэнергию, может быть проведена через сектор преобразования тем же путем, что и в описанных выше примерах. Энергия, превращенная непосредственно в тепло, может отражаться непосредственно в ТДж тепла в строке производства в своей колонке и затем учитываться в нижней части своей колонки как идущая на преобразование (например, на выработку электроэнергии) или поступающая непосредственно к одному или нескольким конечным потребителям.

237. Все изученные балансы, за исключением одного, который используется для регулярного анализа за прошлые периоды времени, являются балансами нисходящего типа. Рассмотрим теперь альтернативный подход, его полезность и его взаимосвязь с балансами восходящего типа.

#### D. Взгляд вперед: балансы восходящего типа

238. Баланс, опубликованный Управлением шахт Соединенных Штатов Америки, является балансом восходящего типа, показывающим конечное потребление энергии от каждого основного источника каждым основным сектором конечного потребления и электростанциями, но он не является полным, поскольку не показывает происхождение (в разделах производства, внешней торговли или движения запасов) источников энергии. Однако содержащаяся в этом балансе информация дополняется таблицами, уточняющими компоненты каждого основного источника энергии и показывающими их происхождение в производстве и торговле, предназначение и использование. Общая форма баланса такова. Количества, указанные в приводимой ниже таблице, даются в эксаджоулях (ЭДж)  
(1 ЭДж =  $10^6$  ТДж):

Поток	Источник	Твердое топливо	Природный газ	Нефтепродукты	Гидроэнергия	Ядерная энергия	Итого	Электроэнергия	Всего
Промышленность Транспорт Коммунально-бытовые и другие цели		4	9	6	-	-	19	3	22
		-	-	18	-	-	18	-	18
		-	7	6	-	-	13	4	17
Итого, конечный спрос а/ Производство		4	16	30	-	-	50	7	57
		9	3	3	3	2	20	-7 б/	(13) в/
Итого, первичная энергия		13	19	33	3	2	70	-	(70) д/

а/ Итоговая строка не дана в первоначальных единицах, а добавлена для ясности.

б/ Положительный знак дан в оригинале.

в/ В оригинале данных по этому пункту нет.

д/ Общее количество конечной энергии (57 ЭДж) повторяется в этом пункте в опубликованной таблице.

239. Как указывается в сносках, в итоговые цифры таблицы были внесены некоторые изменения с целью яснее продемонстрировать характерные черты ее основной структуры. По той же причине цифры были округленно пересчитаны с триллионов БТЕ (БТЕ  $\times 10^{12}$ ) в эксаджоули (джоуль  $\times 10^{18}$ ). Эта таблица применяется для публикации данных за прошлые годы.

240. Таблица такой же структуры, обычно дополненная строками, касающимися производства и торговли, часто используется в качестве основы для подготовки прогнозов на будущее и может использоваться для весьма обобщенных прогнозов. Последующие таблицы в данном разделе отражают и синтезируют практику двух крупнейших нефтяных компаний ("Шелл интернешнл" и "БП Ойл"), работу, осуществленную группой энергетических исследований (ЭРГ) Кембриджского университета (Англия) для Комиссии по сохранению Всемирной энергетической конференции, статистическую деятельность семинара по альтернативным энергетическим стратегиям (проводимого под эгидой Массачусетского технологического института) и систему учета, применяемую энергетической комиссией Комиссариата по вопросам планирования Франции (Commissariat Général du Plan).

241. Ранее указывалось, что прогнозы обычно начинаются с оценки вероятного потребления каждого источника энергии каждым основным сектором конечного потребления, после чего определяются с учетом соответствующих суждений и предположений затраты энергии, которые могут потребоваться энергопреобразующим отраслям для достижения прогнозируемых уровней конечного потребления, требующиеся количества первичной энергии из местных или импортных источников. Приводимый ниже полный (но весьма агрегированный) баланс восходящего типа демонстрирует такую схему.

242. В этом балансе отражается спрос в каждом секторе конечного потребления на каждый вид ископаемого топлива и электроэнергии (в сумме), но спрос на электроэнергию в каждом секторе конечного потребления не может быть разбит между электроэнергией, вырабатываемой на АЭС, ГЭС и традиционных ТЭС по той простой причине, что электростанции всех типов обычно питают единую систему распределения электроэнергии. Следующим шагом является распределение общего спроса на электроэнергию всеми секторами конечного потребления вместе между атомными электростанциями, гидроэлектростанциями и электростанциями на ископаемом топливе. Это может быть сделано на основе существующих и планируемых мощностей и объемов снабжения топливом станций каждого типа (а также с учетом предполагаемого или расчетного объема производства в будущем по типам станций, если прогнозируемый период охватывает годы, следующие за периодом, на который распространяются имеющиеся планы строительства электростанций) и предполагаемых КПД выработки электроэнергии.

Энергетический баланс восходящего типа, используемый для  
прогнозов в области энергетики  
(в тераджоулях)

Поток \ Источник	У	СН	М	Я	Г	Э	Итого
Промышленность	10	-	5	-	-	20	35
Транспорт	-	5	-	-	-	5	10
Коммунально-бытовые и другие цели	100	-	5	-	-	15	120
Итого, конечный спрос	110	5	10	-	-	40	165
Производство	-	90	-	15	15	-40	80
Итого, спрос на первичную энергию	110	95	10	15	15	-	245
Отечественное производство	100	-	10	15	15	-	
Импорт	10	95	-	-	-	-	105

Примечание: У — уголь; СН — сырая нефть; М — метан или природный газ; Я — ядерная энергия; Г — гидроэнергия; Э — электроэнергия.

243. В приведенной выше таблице для оценки эквивалента электроэнергии, вырабатываемой атомными и гидроэлектростанциями, выраженного в первичном топливе, в качестве основы применен метод "оптимальных издержек", а к атомным и гидроэлектростанциям применен КПД традиционных тепловых электростанций (для простоты взят в размере 33%). Фактическая процедура в этом случае проста. В строке выработки в итоговой колонке проставлена удвоенная цифра производства электроэнергии ( $2 \times 40 \text{ ТДж} = 80 \text{ ТДж}$ ). Эта последняя цифра отражает отработанное тепло, потерянное в процессе выработки электроэнергии. Тогда сумма последних двух цифр ( $40 + 80 = 120 \text{ ТДж}$ ) будет представлять собой общее количество первичной энергии, необходимой — с учетом указанных предположений — для выработки 40 ТДж электроэнергии.

244. Для следующего шага потребуется сделать одно из двух предположений. Постулируется либо доля электроэнергии, вырабатываемой на АЭС/ТЭС, либо доля ее выработки, приходящаяся на ископаемое топливо; одному из этих двух типов производства затем приписывается остаток общего спроса на электроэнергию (на основе затрат первичной энергии). Для простоты в этом примере все станции на ископаемом топливе считаются работающими на нефти.

245. Затраченные на выработку электроэнергии производные энергоресурсы добавляются затем к общему спросу на конечное потребление, с тем чтобы получить строку общего спроса на первичную энергию. Показатель 80 ТДж в итоговой колонке строки производства электроэнергии это все, что остается добавить к 165 ТДж общего объема конечного потребления энергии, поскольку последняя цифра уже содержит произведенную электроэнергию, выработанную в ходе процесса, который дал 80 ТДж потерь. И последний шаг заключается в том, чтобы вычесть показатель строки отечественного производства, с тем чтобы получить уровень и энергетическую структуру спроса на импорт (в данной серии примеров).

246. В действительности процесс прогнозирования значительно сложнее, чем описанный, особенно на стадии прогнозирования потребления по каждому сектору конечного потребления, и данное руководство — не для изложения или обсуждения всех деталей и сложностей. Цель предыдущего упрощенного описания состоит в том, чтобы показать, как баланс восходящего типа обеспечивает связную и четкую структуру для получения более совершенных долгосрочных перспективных оценок и подготовки краткосрочных прогнозов 6I/. Крупнейшие нефтяные компании, любезно предоставившие копии своих оперативных прогностических балансов, применяют систему по существу такой же структуры, но с гораздо более детальными данными по отдельным нефтепродуктам и типам потребления или потребителям, играющим особую роль для нефтяного рынка.

247. Один из балансов такой компании предусматривает возможность большей гибкости в отражении предположений относительно КПД выработки электроэнергии на атомных, гидро- и традиционных тепловых электростанциях путем включения двух строк, посвященных выработке электроэнергии. Одна строка используется для распределения общего конечного спроса на электроэнергию (но на этой стадии не оцениваются общие потребности в первичной энергии) между источниками энергии, а вторая строка затем используется для учета по каждому источнику

---

6I/ Более подробно изложение некоторых методов прогнозирования см., например в *Proceedings of the IEA/OECD Workshop on Energy Data of Developing Countries, volume I (Paris 1978)*; кроме того см. *United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland, Department of Energy, "Energy forecasting methodology" (1979)*.

потерь, отражающих предполагаемый КПД выработки электроэнергии. Применяемые величины КПД могут отражать различные подходы к количественному определению выраженных в первичной энергии эквивалентов ядерной энергии, с одной стороны, и гидроэнергии, с другой; они могут также отражать более высокий КПД одновременного производства тепла и электроэнергии на тепловых электростанциях, если это важно. Применяемый КПД выработки электроэнергии составляет 37% для традиционных тепловых, 33% для атомных и 83% для гидроэлектростанций. Для простоты этот баланс начинается со строки общего объема конечного потребления, поскольку считается, что этот показатель не изменяется в зависимости от различных предполагаемых КПД электростанций.

Прогностический энергетический баланс (вариант)  
(в тераджоулях)

Поток \ Источник	Источник						Итого
	У	СН	М	Я	Г	Э	
Конечный спрос	110	5	10	-	-	40	165
Выработка электроэнергии:							
Производство	-	30	-	5	5	-40	-
Потери	-	50	-	10	1	-	61
Итого, спрос на первичную энергию	110	85	10	15	6	-	226
Производство	100	-	10	15	6	-	131
Чистый импорт	10	85	-	-	-	-	95

Примечание: Условные обозначения см. в таблице после пункта 241.

248. В предыдущих балансах игнорировались потери при переработке нефти или, в альтернативном порядке, эти потери не учитывались как незначительные по сравнению с неточностями, связанными с (гипотетическими) прогнозами. Если прогнозы распространяются лишь на несколько лет вперед, то все показатели, вероятно, будут более надежными, и такие потери, а также потери при распределении, производстве твердого топлива (включая кокс) и его использовании во вспомогательном

/...

оборудовании в энергетических отраслях не могут игнорироваться. Для отражения этих потоков могут вводиться одна или несколько строк. В краткосрочном прогнозе включение расходования топлива и потерь при переработке нефти концептуально важно, поскольку позволяет поставить потребление нефтепродуктов строго на основу затрат первичной энергии (т.е. сырой нефти).

249. В качестве альтернативы могут быть введены отдельные строки для нефтеперегонных заводов и любой другой соответствующей энергопреобразующей отрасли. Тот же порядок затем применяется путем ввода показателя конечного спроса на производный источник энергии в соответствующую строку энергопреобразующей отрасли с отрицательным знаком и путем включения соответствующих затрат первичного топлива в этой отрасли в надлежащую колонку с положительным знаком; соответствующие потери при преобразовании в этой отрасли включаются в итоговую колонку. В приводимом ниже балансе учтены нефтепереработка нефти (НП) и производство газа (ПГ) и добавлена строка экспорта. Продукция энергопреобразующего сектора должна теперь быть достаточной для обеспечения экспортных количеств в дополнение к количествам энергии, необходимым для внутреннего рынка. Для каждой энергопреобразующей отрасли используется одна строка и за основу берется одинаковый КПД в размере 33% для всех типов производства электроэнергии.

Расширенный прогностический энергетический баланс  
(в тераджоулях)

Поток \ Источник	У	СН	НП	М	ПГ	Я	Г	Э	Итого
Конечный спрос	100	-	-	10	12	-	-	40	162
Выработка электроэнергии	-	-	90	-	-	15	15	-40	80
Нефтеперегонные заводы	-	100	-95	-	-	-	-	-	5
Газовые заводы	10	-	4	-	-12	-	-	-	2
Общий спрос на первичную энергию внутри страны	110	100	-1	10	-	15	15	-	249
Спрос на экспорт	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Производство первичной энергии внутри страны	100	-	-	10	-	15	15	-	140
Импорт	10	100	-	-	-	-	-	-	110

Примечание: условные обозначения см. в таблице после пункта 241; кроме того: НП — нефтепереработка, ПГ — производство газа. /...



250. В приведенном выше балансе конечный спрос на уголь был сокращен на 10 ТДж, а на нефтепродукты — на 5 ТДж, но спрос на энергию был удовлетворен за счет дополнительного предложения заводского газа в объеме 12 ТДж (который почти наверняка был бы использован более эффективно конечными потребителями, чем твердое топливо, ранее сожженное ими); кроме того, теперь появился экспорт нефтепродуктов в объеме 1 ТДж. Для упрощения примера не была добавлена строка собственного потребления энергетическими отраслями или потерь при распределении. В принципе должна быть также строка для движения запасов, но на практике такая строка в прогностических балансах часто отсутствует, за исключением случаев, когда они составляют всего на несколько лет, начиная с базисного года.

#### Е. Многоцелевой баланс

251. Если обращенный в будущее "восходящий" баланс содержит полный набор строк, касающихся производства внутри страны, экспорта, движения запасов и импорта, и если его изменить на обратный (не в формальном смысле матричной алгебры, что невозможно и неуместно) с изменением знаков в разделе преобразования энергии, то мы получим баланс типа VI, показанный в пункте 216, выше. Приводимая ниже таблица является обратной (в простом арифметическом смысле) по отношению к таблице в пункте 249; при этом строка импорта и строка производства переставлены местами, а знаки изменены.

252. Как упоминалось ранее, следует добавить строки для отражения собственного потребления энергетическими отраслями, потерь при распределении и движении запасов, и желательно также разбить общий объем конечного потребления на потребление в энергетических и неэнергетических целях. Баланс Соединенного Королевства дает пример весьма дезагрегированного баланса этой формы и структуры. До 1977 года он объединял все нефтепродукты в единой колонке, но после 1978 года в нем отражаются четыре широкие группы таких продуктов. В нем по-прежнему дается лишь очень ограниченный анализ секторов конечного потребления, но более подробно о них (как в первоначальных единицах, так и в энергетических учетных единицах) можно узнать из прилагаемых таблиц. Предлагаемый новый баланс ЕЭК (Женева) дает пример более детального баланса с той же структурой и с разбивкой производства электроэнергии по типам.

253. Балансы матричного типа, в которых затраты энергии и энергетическая продукция преобразующих отраслей отражаются в одной строке для каждой отрасли с противоположными знаками для затрат и продукции, имеют двойное преимущество, будучи не только сжатыми и экономичными в отображении данных за прошедшие периоды времени, но и прямо подходящими (при условии замены на обратные) для отображения прогнозов на будущее. Число энергопреобразующих отраслей и колонок,

Обратный прогностический энергетический баланс

(в тераджоулях)

Поток \ Источник	У	СН	НП	М	ПГ	А	Г	Э	Итого
Производство первичной энергии	100	-	-	10	-	15	15	-	140
Импорт	10	100	-	-	-	-	-	-	110
Экспорт	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Общий объем предложения источников первичной энергии	110	100	-1	10	-	15	15	-	249
Газовые заводы	-10	-	-4	-	+12	-	-	-	-2
Нефтеперегонные заводы	-	-100	+95	-	-	-	-	-	-5
Электростанции	-	-	-90	-	-	-15	-15	+40	-30
Общий объем конечного потребления	100	-	-	10	12	-	-	40	162

Примечание: условные обозначения см. в таблицах приводимых в пунктах 241 и 249.

выделенных для отдельных источников энергии, может меняться в зависимости от наличия данных, относительной важности источников энергии и отраслей в каждой конкретной стране и уровне агрегации или дезагрегации, необходимых для конкретного анализа <sup>62/</sup>. При любом уровне дезагрегации более агрегированный баланс может быть легко получен из более полного баланса. Ниже приводится сокращенный вариант показанного выше баланса, в котором отражаются лишь ископаемые виды топлива, первичная электроэнергия и общее количество электроэнергии.

<sup>62/</sup> Использование тепловых насосов учитывается очень просто. Они имеют отрицательные затраты электроэнергии и тепла окружающей среды (в итоговой колонке) и энергетическую продукцию с положительным знаком в колонке "Тепло".

/...

Сокращенный энергетический баланс  
(в тераджоулях)

Поток \ Источник	Ископаемые виды топлива	Электроэнергия		Итого, энергия
		Первичная	Всего	
Первичное произ- водство	110	30	-	140
Чистая торговля	+109	-	-	+109
Общий объем поста- вок первичной энергии	219	30	-	249
Электростанции	-90	-30	+40	-80
Собственное потребе- ние другими энерге- тическими отраслями	- 7	-	-	-7
Общие потери				
Общий объем конеч- ного потребления	122	-	40	162

РЕКОМЕНДАЦИЯ

21) Общие энергетические балансы должны строиться в матричной фор-  
ме и обладать следующими характеристиками:

В колонках показываются источники энергии (энергетические то-  
вары)

В строках показываются потоки от мест происхождения энергии к  
местам ее использования (сделки в области энергии)

Отдельные субматрицы показывают, соответственно:

- поставки первичных источников и их эквиваленты;
- затраты энергии на преобразование (с отрицательным зна-  
ком) и выход энергии (с положительным знаком); потери  
при преобразовании в колонке "итого" (с отрицательным  
знаком); собственное потребление энергетическими отрас-  
лями; потери при передаче энергии на расстояние и дру-  
гие потери;
- конечное потребление.

/...

254. Число колонок и строк, подлежащих включению, зависит от того, подготавливается ли оперативный "рабочий документ" или баланс для представления на предмет анализа энергетической политики или для какой-либо другой цели. На рабочем уровне число строк и колонок должно быть достаточным для составления полного статистического отчета о всех значительных с экономической точки зрения потоках от источников энергии к конечным потребителям энергии, даже если не все требующиеся данные можно получить сразу же. Таким путем может быть оценена важность заполнения — или приемлемость оставления пустыми — выявленных пробелов. Отсутствие данных может не оставить другого выбора, по крайней мере в краткосрочном плане, кроме как принять более высокий уровень агрегации по сравнению с уровнем детализации, который первоначально намечался. Если — в случае наличия всей желательной информации — составленный дезагрегированный баланс более детален, чем необходимо для каких-либо целей, его агрегация до более высоких уровней (как упоминалось выше) всегда возможна, но дезагрегация, которая может быть необходима для других целей, невозможна, если вначале не были собраны и обработаны более детальные данные.

255. После выявления всех строк и колонок, необходимых для общего национального энергетического баланса, имеющиеся данные должны быть собраны сначала в естественных первоначальных единицах измерения, в своих соответствующих колонках "рабочего документа" общего баланса. Эта стадия соответствует составлению товарных энергетических балансов с использованием стандартного комплекса наименований строк, выбранных для общего энергетического баланса. На этой стадии составления баланса могут быть прослежены затраты конкретного вида энергии на преобразующую отрасль и продукции того же типа той же преобразующей отрасли. Если это происходит, размер одного, другого или обоих потоков может быть настолько мал, что вполне достаточно будет отразить его в сноске, показав в месте пересечения соответствующего товара и отрасли лишь чистые затраты или чистую продукцию. Если размер одного или другого потока таков, что оба они должны быть прямо отражены в основном балансе, то это может быть легко достигнуто путем разбивки строки и/или колонки, содержащих данные по этим двум потокам, с тем чтобы показать каждый поток отдельно.

256. Для менее развитых стран балансы, насколько это возможно, должны строиться в соответствии с рекомендованными принципами и могут с пользой отражать в колонках по меньшей мере следующие источники энергии:

Уголь  
Дрова  
Древесный уголь  
Багасса  
Другие растительные отходы

/...

Прочее (например, высушенный навоз)  
Сырая нефть (если имеется)  
Природный газ (если имеется)  
Нефтепродукты  
Другие источники (например, тепло от возобновляемых источников энергии, которые должны быть уточнены отдельно или по меньшей мере перечислены в сноске)  
Гидроэлектроэнергия  
Другая электроэнергия (выделить электроэнергию, производимую на АЭС, если она занимает важное место, и перечислить другие источники в сноске)

Строки таких балансов должны содержать по крайней мере следующие пункты:

Производство первичной энергии  
Импорт  
Экспорт  
Итого, поставки источников первичной энергии и их эквивалентов  
Преобразование:  
    нефтеперегонные заводы (если имеются)  
    электростанции  
    прочее (конкретизировать)  
Конечное потребление энергии:  
    Сельское хозяйство } Выделить "рыночный" и "традиционный" сектора, если таковые имеются  
    Промышленность }  
    Транспорт }  
    Коммунально-бытовые и другие цели

"Промышленность" может быть разделена, например на производство сахара, других продуктов питания и напитков, цемента, нефтехимических и других товаров, в зависимости от того, что может относиться к каждой стране.

257. Если имеются данные о запасах, например о запасах сырой нефти или нефтепродуктов, после строки "Экспорт" должна быть вставлена строка "Движение запасов". Как упоминалось ранее, основные нефтедобывающие страны, экспортирующие значительную часть добычи, могут, по крайней мере в своих национальных балансах, показывать экспорт как один из конечных видов потребления энергии. Кроме того, учитывая трудность распределения бункеровки между судами национальной и иностранной регистрации в целях отделения истинного экспорта от внутренних продаж, некоторые страны, возможно, сочтут, что, по крайней мере в своих национальных балансах, они должны классифицировать бункеровку как часть конечного потребления.

258. Для более развитых стран колонки должны отдельно показывать столько источников первичной и вторичной энергии, сколько является существенным для каждой страны, идет ли речь о внешней торговле или отечественном производстве. Баланс должен содержать столько из нижеперечисленных строк, сколько относится к каждой конкретной стране:

Первичное производство  
Импорт  
Экспорт  
Бункеровка  
Движение запасов (увеличение -, сокращение +)  
Статистическая поправка  
Общий объем имеющихся поставок внутри страны

Преобразование:

Коксовые печи  
Доменные печи  
Газовые заводы  
Другие процессы переработки твердого топлива  
Электростанции:  
    Общего пользования  
    Прочие  
Одновременное производство тепла и электроэнергии  
Производство тепла  
Нефтеперегонные заводы

Другие производители энергии (конкретизировать или по крайней мере перечислить в сноске)

Итого

Собственное потребление и потери энергетического сектора:

Угольные шахты  
Коксовые печи  
Газовые заводы  
Другие предприятия по переработке твердого топлива  
Электростанции  
Тепловые станции  
Производители сырой нефти и природного газа  
Нефтеперегонные заводы  
Другие энергетические предприятия (см. примечание в скобках, выше)  
Итого

Потери при распределении  
Неэнергетическое использование  
Конечное потребление внутри страны

Подразделы конечного потребления рассматриваются в главе УІ, ниже.

/...

259. Статистическое бюро Организации Объединенных Наций предлагает публиковать общий энергетический баланс со степенью детализации, которая показана в приводимой ниже таблице. Этот баланс содержит два элемента, до сих пор не рассмотренных в данном руководстве, но помогающих в процессе ознакомления с матричной структурой общего энергетического баланса. Строка "Преобразованная энергия" показывает чистые затраты энергии или чистую продукцию энергопреобразующих отраслей. Чистые затраты имеют отрицательный знак, а чистая продукция дается с положительным знаком. Строка "Переводы" предназначена для отражения чисто организационных изменений в канале распределения, посредством которого конкретный источник энергии доставляется конечным потребителям энергии (например, синтетический природный газ может быть продукцией нефтеперерабатывающей отрасли, но может распределяться через существующую сеть распределения природного газа, так что поток, начинающийся в колонке заводских газов, возможно, придется перевести — без учета каких-либо технологических потерь — в колонку природного газа).

Для развивающихся стран достаточен значительно более упрощенный вариант этого баланса; кроме того, отдельный баланс может быть составлен (если это желательно) для традиционных и нетрадиционных источников энергии. Примеры таких балансов приводятся в приложении VIII.

## Ф. Прочие проблемы балансов

### Г. Двойной подсчет

260. Двойной подсчет может представляться чем-то таким, чего следует избегать любой ценой, и одной из основных целей рассмотрения альтернативных структур общего баланса было устранение двойного подсчета первичных и производных источников энергии. Но "двойной подсчет" — это несколько двусмысленное понятие. Для некоторых целей может показаться вполне правомерным считать дважды в данном общем количестве два компонента, один из которых уже включает другой. Например, при сопоставлении мощностей отрасли с ее продукцией правомерно учитывать общую продукцию этой отрасли, даже несмотря на то, что часть продукции может включать рециклирование. Этот принцип нуждается в тщательном толковании в контексте энергетических балансов, как показано в следующих двух примерах.

### 2. Производство электроэнергии на гидроаккумулирующих электростанциях

261. Страны, обладающие гидроэлектроэнергетическим потенциалом, решают проблему "невозможности хранения" электроэнергии с помощью оригинального метода использования дешевой электроэнергии, полученной за счет ископаемого топлива или ядерной энергии, в часы

/...

СТАТИСТИЧЕСКОЕ БЮРО ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ  
ОБЩЕЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БАЛАНС  
(пересмотренный вариант)

**Страна:**

**For:**

[illegible]

• Базовое потребление первичной энергии и ее эквивалентов.

Электростанции общего пользования и электростанции для собственного потребления.

Включая одновременное производство тепла и электроэнергии.

2/ Каменноугольные брикеты (патентованное топливо) буроугольные брикеты, брикеты из лигнита, брикеты из торфа, кокс из коксовых печей, газы кокса, кокс из бурого угля, коксовая пыль, газоконденсатный кокс и соотделанные остатки. Включены производные продукты угля и побочные продукты.

б/л. Подпись \_\_\_\_\_

древесный уголь, багасса, навоз, деготь, древесные отходы, растительные отходы, отходы целлюлозно-бумажного производства, коммунально-бытовые и другие отходы.

С/ Авиационный бензин, автомобильный бензин, уайт-спирит, промышленный спирт, лигроны, ракетное топливо, керосин.

д/ Очищенный макут, остаточный макут.

е/ Битум, смазочные материалы, парафин, нефтяной кокс, нефтехимическое сырье, топливо для нефтехимии, м.в.д.м., другие нефтепродукты, м.в.д.м.

№	Сжатые нефтяные газы (снт)	гас	распределение
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9
10	10	10	10
11	11	11	11
12	12	12	12
13	13	13	13
14	14	14	14
15	15	15	15
16	16	16	16
17	17	17	17
18	18	18	18
19	19	19	19
20	20	20	20
21	21	21	21
22	22	22	22
23	23	23	23
24	24	24	24
25	25	25	25
26	26	26	26
27	27	27	27
28	28	28	28
29	29	29	29
30	30	30	30
31	31	31	31
32	32	32	32
33	33	33	33
34	34	34	34
35	35	35	35
36	36	36	36
37	37	37	37
38	38	38	38
39	39	39	39
40	40	40	40
41	41	41	41
42	42	42	42
43	43	43	43
44	44	44	44
45	45	45	45
46	46	46	46
47	47	47	47
48	48	48	48
49	49	49	49
50	50	50	50
51	51	51	51
52	52	52	52
53	53	53	53
54	54	54	54
55	55	55	55
56	56	56	56
57	57	57	57
58	58	58	58
59	59	59	59
60	60	60	60
61	61	61	61
62	62	62	62
63	63	63	63
64	64	64	64
65	65	65	65
66	66	66	66
67	67	67	67
68	68	68	68
69	69	69	69
70	70	70	70
71	71	71	71
72	72	72	72
73	73	73	73
74	74	74	74
75	75	75	75
76	76	76	76
77	77	77	77
78	78	78	78
79	79	79	79
80	80	80	80
81	81	81	81
82	82	82	82
83	83	83	83
84	84	84	84
85	85	85	85
86	86	86	86
87	87	87	87
88	88	88	88
89	89	89	89
90	90	90	90
91	91	91	91
92	92	92	92
93	93	93	93
94	94	94	94
95	95	95	95
96	96	96	96
97	97	97	97
98	98	98	98
99	99	99	99
100	100	100	100

г/ Природный газ, жидкий метан

В) Газ, полученный на газовых заводах, коксовый газ, доменный газ. Вылечено производство заменителя природного газа (ЗПГ).

1/ Включено геотермальное тепло, распределяемое среди потребителей как таковое.



отсутствия пиковых нагрузок для приведения в движение специально сконструированных гидроэлектростанций в обратном направлении, тем самым закачивая воду из нижнего бьефа ГЭС в верхний в ночные часы. На следующий день накопленная вода вновь падает вниз и приводит в движение генераторы гидроэлектростанции. Фактически вода используется как средство хранения электроэнергии.

262. Может быть выдвинут тот аргумент, что эта операция должна рассматриваться в энергетическом балансе как движение запасов. Для годового баланса это было бы практически невозможно, поскольку разница в уровне воды между началом и концом года зависела бы от выпадения осадков, испарения и других факторов, помимо перекачивания запасов воды. Даже если бы эти факторы отсутствовали, годовая разница в уровне воды не давала бы никаких указаний на масштабы перераспределения произведенной электроэнергии во времени для конечного потребления.

263. Существует еще два способа учета запасов воды перекачиваемых на гидроаккумулирующих электростанциях. Первый состоит в том, чтобы учитывать продукцию от перекачки воды как часть предложения электроэнергии, а затраты энергии на перекачку как часть собственного потребления энергетической отрасли. Второй заключается в том, чтобы исключать выход энергии из графы производства (поскольку это всего лишь некоторая ранее произведенная энергетическая продукция, предоставленная для конечного потребления позже) и учитывать только чистые затраты (или потери) энергии на перекачку запаса воды как часть собственного потребления энергетической отрасли. Учитывая все факторы, предпочтение следует отдать второму способу.

264. Среди всех балансов стран, показывающих производство электроэнергии на гидроаккумулирующих электростанциях, в балансах Соединенного Королевства, Федеративной Республики Германии и Швеции, а также СБЕС и ЕЭК (АБГЕС) содержится двойной подсчет выхода электроэнергии; в балансах Австрии, Португалии и Франции (СЕРЕН) двойной подсчет отсутствует.

### РЕКОМЕНДАЦИЯ

- 22) При составлении энергетического баланса производство электроэнергии с использованием водохранилищ гидроаккумулирующих электростанций не следует добавлять к электроэнергии, произведенной другими методами (поскольку последняя уже включает электроэнергию, которая перераспределяется во времени путем использования накопленных запасов из водохранилищ). Разницу между затратами энергии и выходом энергетической продукции в результате перекачки воды в аккумулирующее водохранилище следует рассматривать как часть собственного потребления электроэнергетической отрасли.

### 3. Нефтепродукты, возвращаемые на нефтеперегонные заводы

265. Загрязненные нефтепродукты и остатки смазочных материалов, возвращаемые для очистки и/или смешивания, действительно представляют собой часть затрат энергии на переработку нефти, даже несмотря на то, что такие продукты составляют часть продукции за предыдущий отчетный период. То же самое справедливо и для нефти и других материалов, возвращаемых нефтехимической промышленностью. Это еще один пример возможности составления внутренне согласованного энергетического баланса, исключая или включая (т.е. учитывающего дважды) эти возвращенные продукты. В отличие от перекачки воды (при которой определенная часть мощностей станции либо перекачивает воду, либо вырабатывает электроэнергию) нефтеперерабатывающие мощности обеспечивают как процесс первичной переработки, так и повторную переработку, и энергетическая продукция процессов обоого типа может быть использована в течение отмеченного периода. Поэтому в данном случае предпочтение следует отдать двойному подсчету. Для полноты топлива, используемое в целях переработки нефти, также должно учитываться и как часть энергетической продукции, и как часть собственного потребления в нефтяной промышленности.

### РЕКОМЕНДАЦИЯ

- 23) Материалы, возвращаемые на нефтеперегонные заводы, должны учитываться как затраты энергии на переработку, даже если такие материалы ранее были учтены как продукция нефтепереработки. Топливо, затрачиваемое на переработку нефти, также следует учитывать и как часть продукции, и как часть собственного потребления.

### 4. Первоначальные единицы и общие единицы

266. Часто бывает трудно увязать данные энергетического баланса с данными, опубликованными в детальных таблицах по отдельным энергетическим отраслям. Весьма удобно публиковать балансы в двух экземплярах, когда один баланс содержит данные в первоначальных единицах, а второй — данные в общих учетных единицах. Однако даже в таких случаях взаимосвязь между первоначальными данными баланса и первоначальными данными отрасли может быть неясной. Наиболее удобен французский баланс, подготовленный для Всемирной энергетической конференции (ВЭК), и более ранние французские балансы (СЕРЕН), поскольку один баланс публикуется без данных, но при этом каждая (или почти каждая) ячейка (пересечение строк и колонок) обозначается номером, а в отдельном перечне приводится определение и/или источник каждой цифры, фигурирующей в завершенном балансе.

267. Альтернативным путем отображения этой связи является включение в число таблиц статистических данных по энергетике одной таблицы для каждой отрасли, показывающей производные данные, использованные в балансе, которые получены путем пересчета данных, первоначально опубликованных по этой отрасли.

#### РЕКОМЕНДАЦИЯ

- 24) Всегда следует ясно указывать взаимосвязь между данными в первоначальных единицах, используемыми для энергетического баланса, и данными, публикуемыми в обычных статистических материалах по каждой энергетической отрасли.

#### 5. Коэффициенты пересчета

268. В одной из предыдущих рекомендаций отмечалась необходимость ясности при указании использованных коэффициентов пересчета и описании того каким способом количества в первоначальных единицах были переведены в общую учетную единицу. В балансах Австрии (АСЦ) и Италии (МПТ) в начале каждой колонки (или в конце каждой строки, если для источников энергии в таблице используются строки) указываются примененные коэффициенты пересчета. Это весьма удобно для установления связи между первоначальными и общими учетными единицами, особенно если, например, электроэнергия выражена в виде тепловой энергии в одной таблице и в виде затрат первичной энергии в другой. Итальянские таблицы содержат примечания, в которых отражаются случаи отхода от среднего коэффициента для отдельных потоков. Другие балансы (Соединенное Королевство, Федеративная Республика Германии, Швеция, ЕЭС, ОЭСР и СБЕС) сопровождаются отдельными детальными примечаниями коэффициентов пересчета.

#### РЕКОМЕНДАЦИЯ

- 25) В наименованиях колонок таблиц энергетических балансов должны содержаться средние коэффициенты пересчета по каждому источнику энергии (обеспечивающие выражение первоначальных единиц, содержащихся в данной колонке (или под ней), в общих учетных единицах, применяемых в балансе). Такие средние коэффициенты должны сопровождаться в сносках или прилагаемом тексте четким описанием способов и этапов пересчета, которые неадекватно определяются средними коэффициентами.

#### 6. Число знаков

269. Энергетические балансы призваны давать связное наглядное описание многочисленных взаимозависимых потоков в экономике поставок энергии. Балансы могут содержать до тысячи единиц информации (около 25 отдельных колонок и до 50 строк, включая типы конечных потребителей). Даже если они содержат значительно меньшее количество

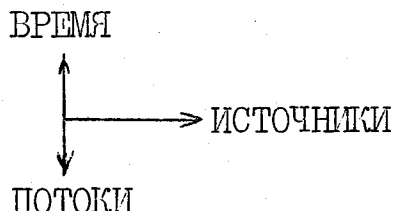
/...

показателей, ничего не достигается использованием более чем шести-значных цифр, что должно быть верхним пределом, а обычно любой показатель должен содержать не более четырех-пяти знаков (включая итоговые показатели). В некоторых балансах приводится больше знаков, чем необходимо для целей баланса, и, возможно, больше, чем оправдывается качеством данных. Энергетические балансы должны в принципе содержать цифры, состоящие лишь из четырех-пяти знаков в общем случае и шести знаков в исключительных случаях.

270. Остается лишь рассмотреть детали, которые, может быть, требуется перечислить, и номенклатуру, которая должна быть использована в наименованиях строк и колонок. Эти вопросы составляют тему главы VI.

## 7. Матрицы и временные ряды

271. Общий энергетический баланс матричного типа, в котором источники энергии показываются в колонках, а потоки энергии — в строках, вполне пригоден для отображения весьма полной картины поставок, преобразования и видов потребления энергии за единый период времени, как правило, год. Для временных рядов необходим ряд таких балансов — один за каждый год. Полный комплект данных за период в несколько лет может, таким образом, рассматриваться как образующий пространственную фигуру, размеры которой показывают, соответственно, источники энергии, потоки энергии и время следующим образом:



272. Получить таблицы временных рядов в двух измерениях из такого блока данных можно очень просто с помощью вертикальных или горизонтальных сечений через этот блок. Вертикальное сечение даст товарный энергетический баланс по избранному источнику энергии (например, природному газу) за каждый год, для которого были собраны данные, либо в первоначальных единицах, либо в общих учетных единицах, либо в тех и других вместе. Горизонтальное сечение покажет для каждого года количественную характеристику каждого отдельного источника энергии и (если они выражены в общих учетных единицах) все источники вместе взятые для отдельного потока (например, импорта).

273. Такие таблицы временных рядов в первоначальных единицах могут, конечно, обеспечить по меньшей мере часть тех основных данных, на базе которых были составлены сами стандартные товарные энергетические балансы по каждому источнику энергии. Однако вполне вероятно, что не все данные для товарных энергетических балансов имеются в такой форме, что их можно ввести в стандартные строки баланса без той или иной корректировки. Стандартизированные таблицы временных рядов, полностью совместимые с общим энергетическим балансом (выведенные из него), весьма удобны для многих аналитических целей, таких как изучение изменений в соотношении различных источников энергии в общем потоке и изменений характера потребления данного источника энергии.

## УІ. КЛАССИФИКАЦИИ

А. Общие положения

274. Международные стандартные классификации разработаны - или их предполагается разработать - для товаров (МСКТУ), отраслей (МСОК) и торговли (БТН и МСТК), и в целом аналогичные классификации действуют в странах ЕЭС (НИПРО, НАСЕ и НИМЕКСЕ, соответственно) и в странах СЭВ (ОКПСП) 63/. Очень большое число - если не большинство - стран имеет свои собственные национальные классификации, разработанные для удовлетворения их особых потребностей и в некоторой степени отличающиеся от международных норм.

275. Различные действующие классификации возникли из-за необходимости согласованной трактовки товаров, с которых взимается таможенная пошлина (БТН), или, говоря шире, из-за необходимости согласованной классификации всех товаров, поступающих в международную торговлю (МСТК), и в то же время ввиду необходимости иметь основу для международного сопоставления национальных статистических данных по отдельным отраслям промышленности (МСОК). Эти различные причины объясняют различный подход к разработке каждой классификации. БТН и МСТК должны были основываться на физических характеристиках товаров, чтобы таможенники могли распознавать их простым глазом. МСОК предназначалась в качестве основы для сбора и анализа статистических данных о затратах и выпуске продукции промышленных предприятий, в связи с чем она основана на описании видов экономической деятельности.

276. По мере усложнения экономического анализа возникла необходимость иметь возможность увязывать товарную продукцию промышленных предприятий с импортом и экспортом тех же товаров. В связи с этим возникла потребность увязывать товары, перечисленные в МСТК (и БТН), с отраслями промышленности, указанными в МСОК, что и обеспечивается с помощью МСКТУ. Однако вытекающая из этого детализация слишком подробна для некоторых целей, в связи с чем в системе национальных счетов (СНС) используется намного более упрощенный вариант МСОК, что оставляет за странами ответственность за распределение товаров по отраслям. ОЭК представляют собой одну из последних попыток сгруппировать разделы МСОК в категории, необходимые для экономического анализа.

277. Наряду с этими широкими международными классификациями имеются более специализированные международные классификации транспортной статистики (КСТЕ), занятий (ИСКО) и других областей деятельности, более или менее далеких от энергии (например, научные исследования и разработки, образование).

---

63/ Полное наименование этих и прочих упоминаемых в тексте классификаций см. в приложении ІУ.

278. Новое назначение, которое энергия приобрела примерно за последние пять лет, привнесло новые моменты в эту и без того уже сложную область классификации. В настоящем документе рассматриваются некоторые особые аспекты классификации, которые непосредственно вытекают из предыдущих глав.

### В. Нынешняя трактовка понятия "энергия"

279. В МСТК все виды ископаемого топлива, смазочные масла и аналогичные материалы удобно сгруппированы в разделе 3 "Минеральные топлива, смазочные масла и аналогичные материалы", но внешне всеобъемлющий характер этой формулировки не является полным. Урановая руда и аналогичные руды включены в отдел 28 "Металлические руды и металлический скрап", ядерное топливо и отходы - в отдел 52 "Неорганические химические вещества", а дрова - в отдел 24 "Пробка и лесоматериалы". Помимо этого распыления источников энергии по трем различным разделам, детализация классификации имеет свои недостатки. Именно по той причине, что эта классификация предназначена для международной торговли, товары, которые обычно не поступают в такую торговлю, в ней не указываются, а те, которые в ней фигурируют, не могут подразделяться по характеристикам, которые нельзя различить простым взглядом. В классификации не указаны пар и горячая вода, а электроэнергия не подразделяется по типу ее производства (атомные, прочие тепловые, гидроэлектростанции и т.д.).

280. В МСОК и соответственно в МСКТУ (в которой товары, указанные в МСТК, распределяются по отраслям, перечисленным в МСОК) этот разброс источников энергии становится еще более явным. Дрова относятся к отделу 12 "Лесное хозяйство и лесопереработка", добыча урана - к отделу 23 "Добыча металлических руд", торф, который включен в раздел 3 МСТК, - к отделу 29 "Прочая добыча", а ядерное топливо - к отделу 35 "Производство химикатов, а также нефти, угля, каучука и пластмасс из химического сырья". В этом последнем отделе две другие группы охватывают соответственно: "353. Нефтепереработка" и "354. Изготовление различных продуктов из нефти и угля". Последняя группа включает кокс, брикеты и смазочные материалы. В отделе 2 "Добыча и разработка карьеров" имеются две отдельные группы: добыча угля и добыча сырой нефти и природного газа.

281. В противоположность МСТК в МСКТУ можно проводить и действительно проводится различие между электроэнергией, производимой обычными тепловыми, атомными и гидравлическими электростанциями, газовыми турбинами, двигателями внутреннего сгорания и прочими (например, геотермальными) станциями. Интересно отметить, что в МСКТУ имеется не только раздел "Пар и горячее водоснабжение", но он подразделяется на две группы: "Пар, горячая вода, горячий воздух" и "Охлажденный воздух".

282. Единственной классификацией Организации Объединенных Наций, которая в настоящее время объединяет все или почти все формы энергии в единую категорию, является ОЭК. Эта классификация основана на трех широких экономических категориях, используемых в национальных счетах и в таблицах "затраты-выпуск", а именно: средства производства, промежуточные товары и потребительские товары. Среди промежуточных товаров имеется категория "Топлива и смазочные материалы", причем к ним применяется такая же разбивка, как и к другим промежуточным товарам, т.е. проводится различие между первичными и переработанными товарами. Ниже в краткой форме перечисляются рубрики:

Топливо и смазочные материалы

Первичные

Дрова  
Уголь и лигнит  
Сырая нефть  
Природный газ

Переработанные

Древесный уголь  
Брикеты  
Моторное топливо  
Прочие нефтепродукты  
Промышленный газ  
Электроэнергия

283. Ядерное топливо в природном или готовом виде, по-видимому, не включено в ОЭК. Пар и горячая вода не указываются, поскольку они не относятся к топливу.

284. НАСЕ и НИПРО серьезно отличаются от классификаций Организации Объединенных Наций в двух отношениях. В них имеется отдельный и полный класс I "Энергия и вода", а в рамках этого класса (и всех остальных классов) в товарной классификации в пределах каждой отрасли перечисляются последовательно вначале необработанные, а затем обработанные формы каждого товара. В очень упрощенном виде эта структура выглядит следующим образом:

Добыча угля

Уголь  
Угольные брикеты  
Лигнит  
Лигнитовые брикеты

/...



Коксовые печи

Металлургический кокс  
Прочий кокс  
Коксовый газ  
Прочие продукты коксовых печей

Добыча сырой нефти и природного газа

Сырая нефть  
Природный газ  
Продукты сжижения природного нефтяного газа  
Битуминозные песчаники и сланцы

Нефтепереработка

Светлые нефтепродукты  
Средние нефтепродукты  
Тяжелые нефтепродукты  
Смазочные материалы  
Прочие нефтепродукты

Добыча и переработка ядерного топлива

Урановая руда  
Ториевая руда  
Урановые и ториевые концентраты  
Расщепляющиеся и размножающие изотопы  
Тепловыделяющие элементы

Производство и распределение электроэнергии

Коммунальное электроснабжение

Обычные топливные электростанции  
Геотермальные электростанции  
Гидравлические электростанции  
Атомные электростанции  
Облученные тепловыделяющие элементы  
Тепло

Собственное производство

Обычные тепловые электростанции  
Гидравлические электростанции  
Атомные электростанции  
Облученные тепловыделяющие элементы

Газовые заводы

Заводской газ  
Кокс  
Прочие продукты

Производство пара, горячей воды и сжатого воздуха

Одновременное производство двух или более типов энергии.  
/...

Нефтепродукты и ядерные материалы перечисляются в НИПРО очень подробно, а электроэнергия подразделяется по типу используемого ископаемого или ядерного топлива.

285. Среди рассмотренных действующих международных классификаций НАСЕ и НИПРО лучше всего подходят для компиляции весьма полной и подробной совокупности статистических данных о производстве и использовании энергии, в связи с чем они заслуживают более серьезного изучения в свете рекомендаций настоящего доклада о желательных характеристиках энергетической статистики. Полная классификация НАСЕ и НИПРО по разделу "Энергия и вода" приводится в приложении У.

286. Одной из причин, требующих создания стандартной классификации энергетических "товаров", является потребность в согласованной номенклатуре газообразных и жидких нефтепродуктов. Все статьи, указанные в национальных, международных и ведомственных балансах, а также в международных стандартных классификациях очень схожи между собой, но тем не менее, содержат различия в том, что касается разбивки, обозначения или определения отдельных продуктов (например, продуктов сжижения природного нефтяного газа). СБЕС опубликовало очень полезную брошюру "Определения нефти и нефтепродуктов" 64/.

### РЕКОМЕНДАЦИЯ

- 26) Следует изучить существующие классификации и определения сырых углеводородов и их производных продуктов с целью установления согласованного международного комплекса обозначений, групп и определений.

### С. Конечное потребление энергии

287. Ни в одной из классификаций Организации Объединенных Наций или СБЕС не дается достаточно подробная разбивка всего диапазона целей энергетического баланса. При рассмотрении таких балансов как базы для составления прогнозов указывалось, что обычно используется "восходящий" баланс, при котором особое внимание уделяется анализу конечного потребления. Этот анализ может проводиться двумя способами. Первый основывается на применении концепции полезной энергии, а второй заключается в анализе поставок энергии по целям ее использования.

#### 1. Полезная энергия

288. Полезная энергия означает энергию, действительно преобразованную в полезную работу с помощью оборудования и процессов конечного использования энергии, например, в работу, выполненную двигателем

-----  
64/ "Бюллетень энергетической статистики" № 3/1976, дополнение.

/...

автомобиля, в свет, полученный от лампы накаливания или флуоресцентной лампы, в тепло, полученное от пара, произведенного в результате сжигания ископаемого топлива под паровым котлом. Эти объемы полезной работы отражают совокупный эффект теоретического коэффициента полезного действия (КПД) прибора, оборудования или процесса, а также интенсивности и режима их использования. Прибор, работающий в заданных его изготовителем оптимальных условиях, будет иметь более высокий КПД, чем тот же прибор, эксплуатируемый более требовательным или более беззаботным лицом. КПД оборудования, обогревающего то или иное помещение, также трудно измерить и даже определить, поскольку многое будет зависеть от изоляции стен, окон, пола и потолка обогреваемого помещения и от того, сколько раз накопленное тепло будет выходить через открываемые двери и окна.

289. Тем не менее, надо признать, что различные источники энергии могут быть преобразованы в полезную работу с весьма различными средними КПД. Эти средние КПД отражают диапазон видов использования, для которых наилучшим образом подходит каждый источник, а также отражают упомянутые выше факторы. Здесь не место подробно рассматривать эти вопросы, но, чтобы дать общее представление о порядках величин, ниже приводятся цифры, показывающие диапазон КПД 65/.

<u>Топливо</u>	<u>КПД (в %)</u>	
	<u>Диапазон</u>	<u>Средний</u>
Твердое	20-80	55
Жидкое	15-19	45
Газообразное	60-65	65
Электричество	80-95	90

290. Эти весьма различные КПД следует учитывать при прогнозировании будущего спроса на энергию, поскольку в конечном итоге потребители энергии предъявляют спрос на полезную энергию, а возможности замещения одного источника энергии другим фактически соизмеримы лишь на уровне полезной энергии (в том смысле, что в рамках данного вида использования лишь на этом уровне 1 джоуль одного вида энергии может быть заменен 1 джоулем другого вида энергии) 66/. Такое

65/ См. Roberts и Hawkins (1977). Более подробные цифры для каждой стадии использования от добычи, преобразования и вплоть до конечного потребления энергии см. в документе Организации Объединенных Наций и Европейской экономической комиссии (1976). В этом докладе также более подробно рассматривается проблема оценки КПД энергии. См. также Laading (1960), Guyol (1971) and Ramain (1977).

66/ См., например, Соединенное Королевство, Министерство энергетики, "Energy forecasting methodology" Energy paper 29. (Лондон, 1978).

замещение, конечно, ограничивается наличием топливного оборудования в данное время.

291. Оценка этих общих КПД для каждого вида топлива не является легким делом, если не считать приблизительных и уже готовых оценок. Само оборудование ничего не говорит об интенсивности или способе его использования, а сбор необходимых данных среди потребителей может оказаться длительным и дорогостоящим делом. Даже самые приблизительные оценки существенно изменяют относительное значение каждого источника энергии в секторе конечного потребления, что в большей мере объясняется очень высоким КПД электроэнергии там, где она применяется, по сравнению с КПД ископаемых видов топлива там, где они используются.

292. Опубликованный энергетический баланс Швеции сопровождается основанным на понятии полезной энергии широким анализом относительной доли каждого источника энергии в общем энергопотреблении. Составители энергетического баланса Норвегии идут еще дальше и включают в него такой анализ в качестве его составной части. Хотя в Соединенном Королевстве еще не публикуются регулярно статистические данные о полезной энергии, все же в публикации Energy paper 29(1978) приводятся достаточно подробные цифры о конечном потреблении полезной энергии. СБЕС опубликовало энергетический баланс за 1977 и 1978 годы, в котором показано конечное использование энергии в разбивке по целям на основе поставленного тепла (или энергии) и полезной энергии. Ямайка планирует включать данные об обеих формах энергии в свою национальную систему учета энергии. Индия публикует общие оценки потребления энергии, включая некоммерческие источники, в пересчете на "тонны замещенного угля" (в которых каждый источник взвешивается согласно оценкам выхода полезной энергии).

#### РЕКОМЕНДАЦИЯ

- 27) Национальным и международным статистическим учреждениям следует рассмотреть вопрос о публикации оценок количеств полезной энергии, потребленных каждым сектором конечного потребления. Такие оценки должны сопровождаться подробными данными об использованной методологии.

#### 2. Конечное потребление по видам целевого назначения

293. Альтернативой вычислению показателей полезной энергии – и фактически необходимой стадией при вычислении таких показателей на разумно надежной основе – является анализ поставок энергии по целям, для которых каждый тип энергии используется в каждом секторе конечного потребления. Такой анализ является также шагом вперед на пути к анализу конечного потребления в зависимости от целей, для удовлетворения которых потребляемые формы энергии могут или не могут замещаться.

/...

294. Такой анализ наиболее прост для сектора, который является конечным с точки зрения национальных счетов, например сектора бытового потребления. В этом секторе анализ может иметь следующую форму:

Отопление и вентиляция

Нагрев воды

Приготовление пищи

Бытовая движущая сила (холодильники, морозильные шкафы, пылесосы, полотеры, миксеры, садовые и прочие инструменты и прочие приборы с электродвигателями)

Освещение

Прочее (например, телевизоры, радиоприемники, магнитофоны)

Сбор такой информации может потребовать очень много времени и оказаться дорогостоящим делом.

295. Транспортный сектор можно просто анализировать по видам транспорта (наземный, морской, воздушный и водный) или в более подробной форме следующим образом:

Дорожный транспорт

Автомобили

Автобусы

Такси

Грузовые автомобили

Мотоциклы

Железнодорожный транспорт

Пассажирские перевозки

Грузовые перевозки

Воздушный транспорт

Пассажирские перевозки

Грузовые перевозки

Водный транспорт

Внутренние водные перевозки

Каботажные перевозки

Трубопроводный транспорт

Как уже указывалось, океанские суда относятся к отдельной статье "бункеровка".

296. Можно предусмотреть и более детальные статьи для транспорта в зависимости от таких характеристик, как внутренние сельские районы, расстояние перевозок, двигатель или грузоподъемность вида транспорта и тип перевозимого груза. Такой анализ уже обеспечивается специальной классификацией для европейского региона (КСТЕ) и в настоящее время изучается Группой экспертов по транспортной статистике

/...

Комитета по внутреннему транспорту ЕЭК, причем ее работа нуждается в более пристальном изучении в контексте энергетических балансов 67/.

297. Торговый сектор может анализироваться таким же образом, как это предлагается для бытового сектора, но со следующими отличиями:

Отопление, охлаждение и вентиляция  
Нагрев воды  
Движущая сила (лифты, канцелярские машины и оборудование)  
Освещение  
Прочее (если таковое имеется)

298. Сельскохозяйственный сектор, имеющий относительно небольшое значение в большинстве крупных промышленно развитых стран, но большое значение в других странах, можно со всем основанием анализировать следующим образом:

Отопление и вентиляция  
Тепличное хозяйство  
Прочее (включая жилища)  
  
Сельскохозяйственные машины и оборудование  
Освещение  
Прочее

299. Эта классификация слишком сложна для менее развитых стран, где в сельском хозяйстве доминируют тягловый скот и человеческий труд. Там, где имеются машины и оборудование с силовым приводом (например, небольшие и средние тракторы, насосы для ирригации и дренажа), можно использовать соответствующие рубрики. Вопрос о целесообразности количественного определения в любом энергетическом балансе энергии животных и человека, используемой в большинстве наименее развитых стран, должен решаться на основании цели, для которой требуется баланс (например, для оценки будущей вероятности замены энергии животных и человека ископаемым топливом или электроэнергией).

300. В связи с промышленным сектором возникает та же проблема, что и при обсуждении агрегации данных по видам топлива в главе У 68/. В принципе можно проанализировать использование любого источника энергии в промышленности согласно (например) следующей разбивке:

-----  
67/ См. также подробный анализ, выполненный ЭРТ (Кембридж, Англия) для ВЭК (1977).

68/ См. также КБП (СВИ) (1975) и Chesshire and Buckley (1976).

Отопление и вентиляция  
Нагрев воды  
Технологический нагрев  
Движущая сила  
Освещение  
Прочее

301. Однако эта классификация недостаточно точна, поскольку в ней ничего не говорится о температуре нагрева воды. Если вода превращается в пар, то сам пар может использоваться для отопления и/или технологического нагрева, либо он может приводить в движение турбогенератор, а производимая электроэнергия может использоваться для любой из перечисленных целей. Дифференциация между "производством пара" и "нагревом воды" может оказаться полезной при том условии, что перечень будет строго рассматриваться как перечень видов первого использования закупленных источников энергии.

302. Такой анализ говорил бы о многом, но не показывал бы общее количество энергии, используемой для каждой из перечисленных целей. Такой полный анализ прямо ведет к проблеме двойного подсчета, о котором уже говорилось в главе У. Кроме того, полный анализ потребовал бы включения некоммерческих видов энергии, а именно: электроэнергии, производимой для собственного потребления и используемой на месте; тепла, регенерированного из "бросового" тепла первого использования закупленной энергии, и (там, где это имеет место) экзотермического тепла химических процессов.

303. Многое можно сказать в пользу полного анализа такого рода, но его лучше всего было бы выполнять, снабдив основной энергетический баланс сопроводительной таблицей. Полный анализ использования энергии мог бы в принципе показывать степень утилизации отработанного тепла в промышленном секторе с помощью "каскадного использования энергии" и давать первое впечатление о целесообразности такой утилизации. Это означает начальное использование закупленной энергии для производства высококачественного (т.е. высокотемпературного) тепла и его использования "каскадом" для целей, каждая из которых требует тепла более низкой температуры, чем непосредственно предшествующая цель. (Это не означает, что каждая стадия в производственном процессе может получать тепло только более низкой температуры, чем предыдущая стадия).

304. Такое "каскадирование" позволяет данному количеству тепла, измеряемому в джоулях, выполнять в целом больший объем работы, и следует напомнить, что измерение энергии в джоулях (или в любых других единицах энергии) ничего не говорит о качестве этого количества энергии. Джоули тепловой энергии взаимно замещаются лишь в том случае, если они имеют одинаковую температуру. (Нельзя упускать из виду, что энергия, используемая для освещения, также выделяет пространственное тепло).

305. Нижеприведенная таблица иллюстрирует полный анализ первой и последующих стадий использования тепла в гипотетической отрасли промышленности. В анализе используется структура основных энергетических балансов, где в колонках показаны источники энергии, а в рядах — использование энергии. Как и ранее, плюс означает производство, а минус — потребление энергии.

306. Регенерация пара и тепла показана отдельно от начального производства тепла. Производство энергии и тепла на ТЭЦ для собственного потребления показано отдельно от производства "только электро-энергии". Предполагается, что в ходе химического процесса производится и рекупируется экзотермическое тепло.

#### РЕКОМЕНДАЦИЯ

- 28) Национальным статистическим учреждениям следует рассмотреть вопрос о построении анализов конечного потребления энергии, подобных тому, который показан в прилагаемой таблице.



Гипотетический анализ использования энергии в отдельной отрасли промышленности  
(затраты - выпуск +): (в тераджоулах)

Поток	Источник	Ископаемые виды топлива	Электро- энергия	Первичный пар	Горячая вода	Регенерация пара	Регенерация тепла	Всего (нетто)	Регенерировано
<u>Первоначальные поставки</u>									
	Закупленная энергия	+100	+20	-	-	-	-10	+120	-
	Экзотермическое тепло	-	-	-	-	-	-	+10	+10
	Итого	+100	+20	-	-	-	+10	+130	+10
<u>Преобразование</u>									
	Котлы	-100	-	+90	+8	-	-10	-12	-
	Генераторы:								
	ТЭЦ	-	+10	-40	-	+20	-	-10	+20
	Прочие	-	+15	-40	-	-	-	-25	-
	Итого	-100	+25	+10	+8	+20	-10	-47	+20
<u>Наличная энергия</u>		-	+45	+10	+8	+20	-	+83	+20
<u>Конечное потребление</u>									
	Доменные печи	-	-10	-7	-	-18	+5	-5	+5
	Технологическое тепло	-	-10	-	-	-	+5	-30	+5
	Отопление и горячее водоснаб- жение	-	-	-	+8	-	-9	-1	+8
	Приводы машин	-	-10	-	-	-	-	-10	-
	Вентиляция и охлаждение	-	-5	-	-	-	-	-5	-
	Освещение	-	-5	-	-	-	-	-5	-
	Химические процессы	-	-	-	-	-	-	-5	-
	Прочее	-	-	-3	-15	-2	-1	-15	-
	Потери	-	-	-	-1	-	-	-7	-
	Всего	-	-45	-10	-8	-20	-	-83	+18

## УП. ПРОЧАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА

### А. Общие положения

307. Как указывалось в начале настоящего доклада, энергетический баланс является или должен быть сердцевиной любой взаимосвязанной системы энергетической статистики, даже если большинство систем выросло из различных независимых систем энергетической промышленной статистики. Странам потребуется собирать и хранить значительную и, вероятно, большую часть массива своих статистических данных, охватывающих намного больший круг вопросов, чем это необходимо для энергетических балансов, в частности данные об импорте источников энергии по их географическому происхождению, экспорте по странам назначения, мощностях нефтеперерабатывающих заводов и электростанций, прочих характеристиках заводов, таких как тип переработки, и о таких коэффициентах использования, как коэффициенты загрузки предприятий. Значительная часть этого более широкого массива статистической информации будет требоваться неоднократно в течение года, а некоторые данные по энергетике, представляющие большой интерес для отдельных лиц и учреждений, будут требоваться постоянно, в частности такие данные, как краткосрочные показатели производства бездымного топлива, производительность труда на угольных шахтах или запасы нефтепродуктов на электростанциях. Тем не менее странам и международным организациям потребуется вновь изучить свои действующие общие статистические системы, с тем чтобы определить в свете необходимости построения энергетического баланса, какие ряды следует пересмотреть, исключить, объединить или ввести, и можно ли, согласовав концепции и охват некоторых существующих рядов, добиться такого положения, чтобы меньший объем первоначальных данных удовлетворял более широкий круг потребностей в области аналитических целей.

308. Со своей стороны, международным организациям также придется рассмотреть вопрос о согласовании существующих международных вопросников и, возможно, их объединении в ограниченное число многоцелевых анкет.

### В. Балансы за более короткие промежутки времени и региональные балансы

309. Национальные и международные статистические учреждения, возможно, пожелают рассмотреть вопрос о желательности построения хотя бы упрощенных энергетических балансов чаще, чем один раз в год, и по регионам внутри стран и внутри более крупных географических районов. Нидерланды уже публикуют подробные балансы ежеквартально, а ОЭСР и Соединенное Королевство ежеквартально публикуют упрощенные балансы. Франция (СЕРЕН) и Канада уже публикуют подробные региональные балансы, а СЕРЕН, насколько известно, весьма заинтересован в публикации ежемесячных общих балансов.

/...

310. Чем короче охватываемый период времени, тем выше вероятность влияния погодных условий на спрос на энергию для отопления или охлаждения помещений и для горячего водоснабжения. Спрос на технологическое тепло может также колебаться в отраслях промышленности, производящих товары, спрос на которые определяется погодой, такие, например, как некоторые виды одежды и продовольствия. Погода может также влиять на спрос на транспортное топливо. Этот тип анализа не так прост, как может показаться на первый взгляд, и его дальнейшее рассмотрение выходит за рамки настоящего доклада.

### С. Энергетические балансы и таблицы "затраты-выпуск"

311. Уже обращалось внимание на проблему сопоставимости между концепциями и охватом потоков и запасов в энергетических балансах, с одной стороны, и в национальных счетах и таблицах "затраты-выпуск", с другой. В этом вопросе предстоит проделать большую работу. Независимо от того, позволит ли эта работа обеспечить полную сопоставимость в ближайшем будущем, она должна помочь улучшить сопоставимость промышленной статистики, касающейся затрат энергии и выпуска товаров и предоставления услуг. Такая сопоставимость имеет большое значение для текущих исследований энергоемкости товаров и услуг как одного из факторов, которые необходимо учитывать при выработке предложений по более экономному использованию энергии в будущих десятилетиях.

312. Полезным шагом на пути к выявлению несоответствий между энергетическими данными, включаемыми в энергетический баланс, с одной стороны, и в таблицы "затраты-выпуск", с другой, является использование матрицы межотраслевых потоков в физических объемах, которые в принципе, если не на практике, соответствуют денежной стоимости, отражаемой в существующих матрицах межотраслевых потоков и потоков между отраслями и конечными потребителями (в смысле национальных счетов). Следующий шаг должен заключаться в том, чтобы приспособить к требованиям энергетического баланса собираемые таким образом количественные данные 69/. О проблемах, связанных с бункеровкой и использованием энергий на внутреннем транспорте уже говорилось.

313. Такая работа ни в коей мере не является тривиальной, поскольку многие ячейки в таблице "затраты-выпуск", вероятно, придется заполнять, исходя из стоимостных данных, количественные и ценностные

---

69/ Лаадинг (1960) рекомендовал предпринять усилия к разработке стоимостного баланса, помимо энергетического баланса, проиллюстрировав это предложение таблицами, составленными для региона ОЭСР (СБЕС содействовало выполнению подобной работы в своих странах-членах).

компоненты которых, видимо, будет нелегко получить. Другие данные в такой матрице, вероятно, будут поступать из источников, отличающихся по охвату и концепции от источников, используемых при составлении энергетического баланса. Такой анализ мог бы с пользой привести к составлению триады матриц, показывающих соответственно количества, среднюю единичную стоимость и общие значения в каждой ячейке. Некоторые значения в денежном выражении, включаемые в матрицу межотраслевых потоков (например налоги, издержки распределения), не будут сопровождаться сопутствующими им количественными показателями.

#### Д. Терминология национальных счетов

3I4. Важно избежать путаницы между концепциями "промежуточного" и "конечного" потребителя как они трактуются в национальных счетах, и концепциями "конечного потребления энергии", которые применяются в энергетическом балансе. В идеальном случае можно было бы избежать риска путаницы, если согласовать удовлетворительную терминологию, однако сделать это нелегко.

3I5. В рабочем документе Специального совещания по экономии и эффективности энергии в регионе ЕЭС (ЕСЕ/АС.3R1/Add.1 от 28 февраля 1977 года) под названием "Некоторые концептуальные, статистические и методологические вопросы" с полным основанием предлагаются термины "промежуточный спрос на энергию" и "конечный спрос на энергию", каждый из которых имеет свой соответствующий смысл в национальных счетах и, следовательно, в таблицах "затраты-выпуск". В своих публикуемых балансах Соединенное Королевство последовательно воздерживалось от использования терминов "конечные потребители", "конечное потребление" и "конечный спрос" и высказывало надежду, что, используя термин "конечное потребление энергии", можно избежать любого недоразумения. В настоящем докладе термин "конечный спрос" было целесообразно использовать в упрощенных прогнозирующих балансах восходящего типа. Термин "промежуточный" было бы уместно использовать применительно к энергопреобразующим отраслям; однако до настоящего времени этот термин в энергетических балансах не употреблялся.

#### РЕКОМЕНДАЦИЯ

- 29) Во избежание возможной путаницы в значении терминов "конечный" (и "промежуточный") в национальных счетах, таблицах "затраты-выпуск" и в других экономических анализах, с одной стороны, и в энергетических балансах, с другой, в таблицах и текстах, которые касаются потоков, связанных с энергопреобразующими отраслями и/или с конечными потребителями энергии, следует всегда разъяснять, что понимается под термином "конечный" (и "промежуточный", если этот термин используется).

/...

## Е. Производные статистические данные

3I6. Энергетические балансы принесут еще большую пользу, если они будут сопровождаться таблицами, показывающими, например, процентное распределение происхождения и использования каждого источника энергии и всех источников энергии, взятых вместе, а также процентную разбивку источников энергии на каждой крупной стадии поставок и использования энергии, указанной в энергетическом балансе. На практике это означает разбивку на проценты вначале в колонках, а затем в основных строках баланса. Затем на основе этой процентной разбивки можно строить временные ряды, а темпы изменений во времени могут указываться в пояснительной таблице третьего типа. Примеры производных таблиц подобного рода можно найти в энергетической статистике, публикуемой Швецией, Норвегией и некоторыми другими странами.

3I7. Более сложные производные статистические данные, выходящие несколько за рамки настоящего доклада, регулярно публикуются некоторыми странами (например, Австрией и Польшей) и касаются энергетического компонента промышленной продукции или товаров. Такие таблицы могут показывать лишь долю закупок энергии в общем объеме закупок в каждой отрасли либо прямые затраты энергии на единицу стоимости продукции каждой отрасли; эти таблицы могут идти еще дальше и, используя формальный анализ "затраты-выпуск", можно показывать не только прямой, но и косвенный, осуществленный ранее (а следовательно, общий) расход энергии на продукцию каждой отрасли или производство каждого класса товаров, или расход каждого сектора конечного потребления (конечного с точки зрения национальных счетов).

## Ф. Схемы

3I8. Проблемы, заключающиеся в том, чтобы сделать энергетические балансы понятными для неспециалистов, уже нашли свое признание в решении использовать, помимо единицы ТДж, такую иллюстративную единицу, как ТНЭ. Схемы дают еще один метод отображения различных потоков и взаимозависимостей в энергетике. В своей простейшей форме они могут представлять собой просто ряд прямоугольников, отображающих различные операции (нефтепереработка, выработка электроэнергии, конечное потребление энергии), со связующими их стрелками, отображающими потоки сырой нефти, прочего ископаемого топлива, электроэнергии и т.д. Стрелки могут снабжаться цифрами, показывающими объем каждого потока. (Указание процентов в строках и колонках энергетического баланса равнозначно вертикальным или горизонтальным сечениям на схемах).

3I9. Схема может быть более наглядной, если толщина стрелок будет пропорциональна объему потоков. Она станет еще более понятной, если каждый источник энергии будет изображен разным цветом. Одна из

первых таких цветных схем была опубликована в 1956 г. в материалах Международной конференции по мирному использованию атомной энергии 70/. Другая схема была опубликована в работах Лаадинга (1960) и Гийоля (1971). К последним примерам весьма подробных схем можно отнести схемы, выполненные для северных стран Скандинавской ассоциацией котлостроения, и схемы, выпущенные Центральным статистическим управлением Нидерландов, Министерством энергетики Соединенного Королевства и ОЭСР. ЕЭК опубликовала региональные схемы за один год в своем уже упоминавшемся докладе за 1976 г.

320. По крайней мере одна из крупных международных компаний и некоторые международные научно-исследовательские организации, которые были посещены в ходе подготовки настоящего доклада, также выпускают схемы. Исследовательская группа Брукхейвн/Юних использует подробную черно-белую схему со стрелками для точного описания энергетических систем большого числа изучаемых стран. Эта схема используется также как вспомогательное средство для понимания вероятного влияния будущих возможных изменений в тех или иных частях каждой системы (например, новые и возобновляемые источники энергии).

321. Некоторые из этих опубликованных схем (например, схемы Лаадинга, Гийоля, ЕЭК, Скандинавской ассоциации) показывают потери на стадии конечного потребления энергии. На одной норвежской схеме показано, кроме того, энергетическое содержание неэнергетических статей импорта и экспорта 71/.

#### Г. Энергия и окружающая среда

322. Одно из преимуществ матричного баланса, рекомендуемого в главе У, заключается в том, что он однозначно показывает выброс тепла в окружающую среду энергопреобразующей промышленностью. В настоящем докладе уже указывалось, что потери тепла происходят на всех стадиях энергопотребляющих процессов. В главе VI обсуждалась возможность расширения энергетического баланса таким образом, чтобы он показывал полезную энергию, действительно используемую конечными потребителями энергии. Неббья (1975) и другие авторы указывали, что даже энергия, воплощенная в готовых товарах (мебель, автомобили, здания) возвращается в окружающую среду в более позднее — может быть, намного более позднее — время, когда эти товары тем или иным образом разрушаются. Выброс тепла является лишь одним из многих факторов, влияющих на качество окружающей среды (в худшую сторону, а в холодном климате,

---

70/ См. материалы Международной конференции по мирному использованию атомной энергии, Женева, 8-20 августа 1955 г. (издание Организации Объединенных Наций, в продаже под номером 56 IX.1).

71/ Longva (1977).

может быть, и в лучшую сторону). Для тех, кто занимается анализом и контролем различных аспектов качества окружающей среды, выброс или распыление различных химических веществ может иметь еще большее значение, чем выброс тепла. Тем не менее между энергетической и экологической статистикой существуют определенное соприкосновение и взаимопроникновение, и это должно учитываться теми, кто работает по обе стороны этой важной границы.

#### Н. Междисциплинарное сотрудничество

323. Наконец, что не менее важно, любая система энергетической статистики будет более эффективно функционировать и шире использоваться, если она станет результатом тесных и постоянных консультаций и активного сотрудничества между работниками статистических, экономических, технических и директивных органов, которые, являясь производителями или потребителями статистических данных, связаны со статистикой как с основой или продуктом их деятельности по формулированию, осуществлению и оценке энергетической политики.

## Приложение I

### ОДНОВРЕМЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО ТЕПЛА И ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕРЕНИЙ

#### А. Общие положения

1. Одновременное производство тепла и электроэнергии (принцип ТЭЦ) может принимать одну из двух форм. Первый метод состоит в утилизации максимального количества отработанного тепла паровых турбин на электростанциях коммунально-бытового назначения. Второй заключается в использовании для производства электроэнергии части тепла, производимого в промышленности в виде пара, предназначенного в первую очередь для технологического нагрева и отопления. В обоих случаях общий КПД используемого топлива выше, чем в случае, когда то же количество тепла и электроэнергии производится на отдельных установках, производящих либо только тепло, либо только электроэнергию (хотя такие раздельные установки часто являются более экономичными чем ТЭЦ с точки зрения издержек и по другим соображениям).

2. Максимальное количество энергии, которое можно получить от данного количества пара, составляет лишь 35%, если речь идет о преобразовании пара в механическую работу. Это явление объясняется вторым законом термодинамики. Объем работы, который может быть получен от данного объема тепла, зависит от того, насколько можно снизить температуру этого объема тепла а/, а с помощью современных котлов, турбин, трубопроводов и изоляционных материалов нельзя добиться примерно более 40-процентного перепада температур на выходе и входе. Некоторые потери, связанные с трением и прочие потери в турбогенераторе снижают эту цифру примерно до 35%.

-----

а/ Теоретически коэффициент полезного действия (КПД) тепловой машины  $E = 1 - (T_2/T_1)$ , где  $T_1$  — температура на входе, а  $T_2$  — температура на выходе того тепла, которое приводит машину в действие. Обе температуры измеряются в градусах Кельвина ( $0^\circ\text{C} = 273^\circ\text{K}$ ). Технически достижимая максимальная температура пара равняется примерно  $600^\circ\text{C} = 873^\circ\text{K}$ , а самая низкая температура, достигаемая в турбине, составляет примерно  $30^\circ\text{C} = 303^\circ\text{K}$ . Из этого следует, что

$$E = 1 - (303/873) = 0,653, \text{ или примерно } 65\%.$$

На практике достигается только половина этого теоретического уровня. Более подробное изложение физических взаимозависимостей см., например, в издании "Fundamental concepts in technology : energy", Open University (1975).

/...



## В. Электростанции общего пользования

3. Большое количество отработанного тепла, равное 65% тепла входного пара, представляет собой "энергетические накладные расходы", или "прямые энергетические затраты" процесса превращения простого тепла в легко используемую электроэнергию. Однако температура отработанного тепла слишком низка, чтобы его можно было экономически выгодно передавать другим потребителям, которые обычно находятся на большом расстоянии от мощных электростанций, в связи с чем большая часть конденсата охлаждается до уровня теплой воды, а затем сбрасывается в реки, озера или моря.

4. Вполне очевидна желательность хотя бы некоторой утилизации отработанного тепла электростанций общего пользования, и в некоторых странах это уже делается в течение многих лет. Другие страны изучают возможности утилизации такого тепла за счет близкого расположения друг от друга новых электростанций и новых жилых или торговых районов. Такая утилизация тепла в целом не требует какого-либо сокращения производства электроэнергии из данного объема потребляемого топлива.

## С. Одновременное производство тепла и электроэнергии в промышленности

5. КПД чисто тепловых установок, работающих в промышленности, составляет порядка 90%, поскольку потери в котельной равны примерно 10%, в результате чего почти все тепло, производимое потребляемым топливом, может использоваться в качестве пара для обеспечения технологического процесса и/или отопления. Если потребности отрасли (или отдельно предприятия) в электроэнергии в данное время удовлетворяются за счет энергосистемы общего пользования, для этой отрасли или предприятия может оказаться экономически выгодным использовать часть тепловой мощности своих котельных для питания одного или нескольких паровых турбогенераторов. Такой переход с энергосистемы общего пользования на производство электроэнергии для собственного потребления потребует повышения температуры и давления пара, производимого в котельных установках, с тем чтобы обеспечить энергию, необходимую для работы турбины и ее генератора, помимо обеспечения энергии, необходимой для снабжения паром с целью обслуживания технологических процессов и отопления.

6. В этом случае отработанный пар из турбины может быть пригоден для дальнейшего использования и может рассматриваться как совместный с электроэнергией продукт или как побочный продукт при выработке электроэнергии, энергетическая ценность которого может компенсировать общие энергетические затраты турбины. В любом случае (т.е. рассматривая отработанное тепло либо как совместный, либо как побочный продукт) затраты энергии на производство электроэнергии могут

/...

определяться как разность между теплом подводимого пара и отработанным теплом после использования пара в турбине. Поскольку электромеханический КПД турбогенератора составляет примерно 95%, можно считать, что общий КПД производства электроэнергии на промышленных ТЭЦ составляет около 85%.

7. Измеренный по отношению к затратам тепла, подаваемого в турбину, КПД выработки электроэнергии будет гораздо ниже, даже ниже показателя порядка 35%, который типичен для электростанций общего пользования, поскольку лишь очень малая доля тепла, содержащегося в подаваемом паре, должна отбираться турбиной для производства относительно небольшого количества электроэнергии, требующегося для того или иного промышленного предприятия.

#### Д. Трактровка в энергетическом балансе

8. Независимо от того, используются ли чистые энергетические затраты вместо валовых энергетических затрат в качестве основы для определения потребляемой энергии в целях производства электроэнергии по принципу ТЭЦ, эффект выделения электроэнергии, производимой по принципу ТЭЦ в любом энергетическом балансе заключается в том, что временной тренд общего производства электроэнергии будет отличаться от временного тренда первичных энергетических затрат на производство электроэнергии, если доля электроэнергии, вырабатываемой по принципу ТЭЦ, в общем производстве электроэнергии изменяется во времени. Именно этот неблагоприятный эффект в отношении гидравлической и тепловой электроэнергии вынудил сторонников метода "частичного замещения" выступить за то, чтобы приравнивать гидроэлектроэнергию к воображаемым затратам ископаемого топлива, используя для этого предполагаемый коэффициент полезного действия производства электроэнергии порядка 33%.

9. Такая трактовка принципа ТЭЦ представляется весьма искусственной и чрезмерно упрощает взаимосвязь между спросом на тепло и спросом на электроэнергию. Это соображение подкрепляет рекомендацию, данную в главе III, согласно которой одновременное производство тепла и электроэнергии в промышленности должно рассматриваться как дифференцированная форма использования энергии, поставляемой промышленности.

10. В подразделе 4 раздела С главы У говорилось о различной практике разных стран и особо отмечался опыт Швеции, где затраты на ТЭЦ регистрируются в одной строке вместе с отдельным производством электроэнергии и тепла. В этой же главе указывалось, что распределение затрат между производством электроэнергии и выработкой тепла считается, тем не менее, необходимым для некоторых целей (например, для энергетического анализа). В подразделе 2 раздела С главы УI была предложена процедура достаточно подробного анализа потоков закупаемой, преобразуемой и регенерируемой энергии в промышленности.

/...

## Е. Методы распределения

II. Если необходимо выделить в отдельных строках производство электроэнергии и тепла на ТЭЦ с указанием в каждой строке доли общих топливных затрат на каждый вид продукции, можно воспользоваться одним из следующих методов распределения затрат между двумя видами продукции.

а) Сопоставить две системы, одна из которых обеспечивает только тепло, а другая могла бы производить то же количество тепла одновременно с выработкой электроэнергии, а затем определить разницу в общих энергетических затратах, которую можно отнести на счет производства электроэнергии. (Этот метод используется в промышленности при рассмотрении топливных последствий перехода на принцип ТЭЦ вместо производства одного лишь тепла).

б) Сопоставить общие затраты энергии в системе ТЭЦ с общим количеством тепла, регенерированного из турбины, после "корректировки" количества тепла на обратную величину КПД котла, а затем определить разницу между этими двумя количествами тепла, которая и покажет затраты на производство электроэнергии (этот метод рекомендуется МСПРЭ).

с) Зарегистрировать количество тепла в паре, подаваемом на турбину, и количества утилизированного тепла на выходе из турбины, а затем определить разницу, которая и покажет энергетические затраты на выработку электроэнергии. (Этот метод почти идентичен методу, указанному в подпункте б, но в нем не учитываются потери в котле. Этот метод в настоящее время вводится в Нидерландах).

д) Распределить общие энергетические затраты между теплом и электроэнергией пропорционально энергетическому содержанию произведенного тепла и электроэнергии (этот метод рекомендуется МОИПИ).

Эти четыре метода в принципе дают один и тот же результат, как это показано в примечании в конце настоящего приложения.

I2. Если использовать предложение, содержащееся в рекомендации 28, чтобы показать распределенные затраты на выработку электроэнергии и тепла, то цифры могут выглядеть следующим образом:

	Ископае- мое топ- ливо	Электро- энергия	Тепло		Чистая общая сумма
			первоначальное	утилизи- рованное	
Производство элект- роэнергии	-10	+8	-	-	-2
Производство тепла	-90	-	+77	-	-13
Сумма	-100	+8	+77	-	-15

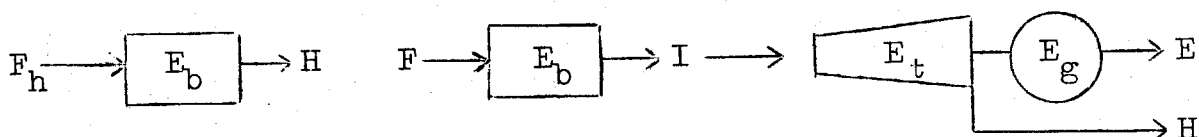
/...

13. Если этот же метод использовать для того, чтобы показать взаимозависимость между двумя видами производства, то цифры будут выглядеть следующим образом:

	Ископаемое топливо	Электроэнергия	Тепло		Чистая общая сумма
			Первоначальное	утилизированное	
Производство электроэнергии	-100	+8	-	+77	-15
Производство тепла	-	-	+77	-77	-
Сумма	-100	+8	+77	-	-15

14. Желательно продолжить изучение целесообразности этих двух альтернативных методов.

В своей простейшей форме обе таблицы иллюстрируют производящую только тепло систему, состоящую из котла, потребляющего топливо и производящего пар, и систему ТЭЦ, имеющую котел и турбину с противодавлением, приводящую в действие генератор. На практике могут использоваться более сложные системы ТЭЦ с точками отбора пара, расположенными между точками подачи и отвода пара на турбине и с двумя или более турбинами с различными характеристиками, что позволяет обеспечить гибкость в определении количества и долей производства электроэнергии и тепла.



Обозначения:

- $F_h$  = подача топлива в котел для производства только тепла
- $F$  = подача топлива в котел ТЭЦ
- $F_e$  = подача топлива для производства электроэнергии
- $E_b$  = КПД котла
- $I$  = подача тепла в турбину
- $E_t$  = КПД турбины
- $E_g$  = КПД генератора
- $N$  = производство тепла
- $E$  = производство электроэнергии

Оценка (i):  $F_e = F - F_h \dots\dots\dots(i)$

Оценка (ii):  $F_e = F - \frac{H}{E_b} \dots\dots\dots(ii)$

Оценка (iii):  $F_e = I - H$   
 $= (E_b \cdot F) - (E_b \cdot F_h)$   
 $= E_b (F - F_h) \dots\dots\dots(iii)$

Оценка (iv):  $F_e = \left( \frac{E}{E+H} \right) \cdot F$

$$= \frac{(I-H) \cdot E}{(I-H) E_g + H} \cdot F$$

Если допустить, что  $(I - E_g)$  очень мало по сравнению с ошибками в других данных при агрегации в пределах всей страны, то можно предположить, что  $E_g$  приближается к  $I$ .

В таком случае  $F_e = \left( \frac{I - H}{I} \right) \cdot F = \frac{(E_o F) - (E_b E_h)}{E_b \cdot F} \cdot F$   
 $= F - F_h \dots\dots\dots(iv)$

## Приложение II

### ЯДЕРНЫЙ ТОПЛИВНЫЙ ЦИКЛ\*

#### Производство электроэнергии на обычных и атомных электростанциях

Принципы, используемые при производстве электроэнергии на атомной электростанции, в основном те же, что и на обычной электростанции, работающей на угле, нефти или газе. В обоих случаях энергия в виде тепла высвобождается из топлива в контролируемых размерах. Это тепло используется для нагрева находящейся под давлением воды для производства пара высокого давления.

Источник энергии для электростанций, работающих на ископаемом топливе, обеспечивает химическая реакция. При этом используется реакция между атомами кислорода воздуха и атомами углерода или водорода (или их соединений), содержащимися в угле, нефти или газе. Скорость реакции и тем самым скорость высвобождения энергии определяется скоростью подачи топлива или воздуха. В ядерном реакторе происходит совершенно иная реакция, связанная с делением, или распадом, атомных ядер.

#### Атом

Хотя атомы неописуемо малы, они состоят из еще более мелких частиц. Каждый атом имеет "сердцевину" или ядро, несущее положительный электрический заряд. Атом содержит также более легкие частицы, электроны, каждый из которых несет отрицательный заряд. Эти электроны вращаются вокруг ядра по орбитам, находящимся на различных и относительно огромных расстояниях (в десятки тысяч раз превышающих диаметр ядра).

Само ядро состоит из элементарных частиц двух типов: протонов и нейтронов. Каждый протон несет положительный заряд, который равен, но противоположен по своему знаку заряду электрона (вращающемуся вокруг ядра), а нейтроны не несут никакого заряда. В каждом атоме число вращающихся электронов точно соответствует числу протонов, в результате чего чистый электрический заряд атома равен нулю. В ядре протоны и нейтроны связаны воедино огромными силами — так называемыми ядерными силами, — которые нейтрализуют электростатические силы отталкивания, действующие между протонами.

---

\* Данный текст представляет собой краткий и несколько перестроенный вариант очень четкого описания ядерного топливного цикла, которое дается в публикации Министерства энергетики Соединенного Королевства "Ядерная энергия в Соединенном Королевстве: электроэнергия из ядра", бюллетень № 6 Управления информации (1977).

## Ядерная энергия

Ядра атомов некоторых встречающихся в природе веществ нестабильны: ядерные силы едва уравнивают электростатические силы. В таком состоянии ядра могут спонтанно распадаться, с большой скоростью выбрасывая осколки. Хотя такой радиоактивный распад происходит в природе, скорость высвобождения энергии в природных радиоактивных материалах слишком мала, чтобы можно было использовать это явление как источник энергии.

Однако некоторые элементы обладают свойством, благодаря которому их ядра могут делиться при приложении к ним энергии. Это можно сделать путем бомбардировки ядра, и наиболее действенным методом является бомбардировка ядер нейтронами. Нейтроны особенно эффективны, поскольку не несут электрического заряда и могут проникать в ядро без сопротивления со стороны электростатических сил.

В принципе, обеспечивая таким образом приложение достаточной энергии, можно расщеплять ядра всех элементов, но в большинстве случаев количество необходимой для этого энергии больше того, которое высвобождается. Фактически в природе существует только одно вещество, способное давать чистый выигрыш в энергии при делении и одновременно с этим испускать новые нейтроны, которые могут использоваться для индуцирования деления другого ядра; таким веществом является изотоп  $\alpha$ / урана, известный под названием уран-235. Такой материал называется "делящимся".

## Уран и ядерное деление

Природный уран представляет собой смесь двух изотопов: около 0,7% делящегося урана-235 и около 99,3% урана-238, который с трудом поддается делению. Концентрацию урана-235 можно повысить, используя для этого некоторые методы, основанные на различии физических свойств изотопов. Такой уран называется "обогащенным". Хотя в природе встречается только один этот делящийся материал, из других природных веществ можно синтезировать еще два вида делящихся материалов. Это плутоний-239 (из урана-238) и уран-233 (из тория-232).

Важнейшей чертой деления урана-233, урана-235 и плутония-239 является то, что при этом наряду с энергией в процессе деления высвобождаются нейтроны (два-три нейтрона на одно деление). Эти нейтроны могут при определенных обстоятельствах вызывать новые реакции деления в других делящихся ядрах, которые в свою очередь освобождают

-----  
 $\alpha$ / В природе ядра часто имеют одинаковое число протонов, но разное число нейтронов. Они считаются различными изотопами одного и того же элемента.

/...

новые нейтроны и порождают новые реакции деления. Тем самым они вызывают самоподдерживающуюся ядерную реакцию, аналогичную химической цепной реакции горения.

Если каждое деление порождает в среднем более одного последующего деления, то число реакций в последовательные промежутки времени будут возрастать. С другой стороны, если каждое деление будет в среднем порождать менее одного нового деления, то скорость деления будет снижаться и в конечном итоге иссякнет. Ядерный реактор представляет собой устройство, в котором цепная реакция может идти с постоянной скоростью, т.е. она может контролироваться таким образом, чтобы одно деление в среднем порождало одно новое деление. Хотя ежесекундно могут происходить миллиарды делений, общее число делений, происходящих в каждую секунду, остается постоянным. Это число — интенсивность делений — определяет скорость высвобождения энергии в реакторе.

### Ядерные реакторы

Основными необходимыми элементами ядерного реактора являются:

- а) сборка материала, содержащая надлежащее количество делящихся ядер, т.е. топливо;
- б) в большинстве случаев "замедлитель" для замедления начальной скорости выброса нейтронов при делении ядер;
- с) система управления интенсивностью деления;
- д) теплоноситель, отводящий тепло, образующееся в топливе, и передающий по крайней мере значительную часть этого тепла воде, чтобы превратить ее в пар.

Природный уран (в котором 1 атом делящегося урана-235 приходится примерно на 140 атомов неделящегося урана-238) не дает в своем естественном состоянии самоподдерживающейся цепной реакции. Это объясняется тем, что нейтроны, освобождаемые при делении урана-235, двигаются с высокой скоростью и с большей вероятностью могут захватываться (поглощаться) гораздо более обильным количеством ядер урана-238, чем порождают дальнейшее деление.

Одна из возможностей подойти ближе к самоподдерживающейся цепной реакции заключается в использовании топлива, в котором концентрация ядер урана-235 повышена в до таких пределов, что вероятность поражения делящегося атома нейтроном и последующего деления также увеличивается. Можно также использовать тот факт, что нейтроны, обладающие малой скоростью с большей степенью вероятности — в 200 раз —

в/ т.е. "обогащенный" уран.



способны вызвать деление ядер урана-235, чем поглощаются более обильным количеством ядер урана-238. Это можно обеспечить путем включения в топливо (природный или слегка обогащенный уран) замедлителя. Замедлитель представляет собой материал, содержащий ядра легких элементов: водорода или его изотопа дейтерия (в воде или тяжелой воде), или углерода (в графите). Нейтроны, проходящие через такой материал, будут терять энергию, сталкиваясь с легкими ядрами, и не будут поглощаться ими в большом количестве. Замедленные нейтроны называются "тепловыми" нейтронами, и это название дано всем реакторам, на которых применяются замедлители.

Тепло, производимое в процессе деления, должно отводиться из активной зоны реактора, чтобы его можно было использовать. Это обеспечивается путем пропускания теплоносителя через тепловыделяющие элементы. Пройдя через реактор такой теплоноситель может подаваться в замкнутом контуре через теплообменник, где он отдает переносимое им тепло для нагрева воды под давлением, а затем возвращается в реактор. В некоторых реакторах, где в качестве теплоносителя используется вода, она доводится до кипения, а полученный в результате этого пар подается прямо на турбину, после чего конденсируется и возвращается в реактор.

Топливом для реакторов на тепловых нейтронах может служить природный или обогащенный уран или уран с добавлением плутония-239. Тепловыделяющий элемент (ТВЭЛ) обычно представляет собой ряд трубок или стержней, содержащих ядерное топливо; в активную зону реактора помещается много таких ТВЭЛов, все они окружаются замедлителем. В отличие от электростанции, работающей на ископаемом топливе, где огромное количество топлива - угля или нефти - непрерывно подается в камеру сгорания, в ядерном реакторе топливо загружается в активную зону и остается там в течение нескольких лет, а среднегодовая замена его невелика.

### Преобразование и "размножение"

В реакторе нейтроны, порождаемые делением, могут поглощаться другим делящимся материалом и тем самым вызывать новые деления ядер или поглощаться другими материалами. Последний процесс может использоваться для производства нового делящегося материала, который может применяться в качестве топлива для реактора. Например, уран-238, который сам по себе не делится, может быть преобразован благодаря поглощению нейтронов в плутоний-239, который является делящимся материалом. Торий-232 может также быть превращен в делящийся материал - уран-233 (но в настоящее время этот путь производства делящегося материала широко не используется). Материалы, которые могут преобразовываться таким образом, называются "воспроизводящими".

Преобразование воспроизводящего материала в делящийся материал происходит в той или иной мере во всех ядерных реакторах. Но совершенно ясно, что, если бы процесс преобразования был достаточно

мощным, можно было бы производить больше делящегося материала (из воспроизводящего материала), чем его потребляется. В таком случае запасы делящегося материала возрастали бы. Такое устройство называется "реактором-размножителем".

### Реакторы на быстрых нейтронах

В реакторах на быстрых нейтронах замедлитель для снижения скорости нейтронов не применяется. Вместо этого (и чтобы увеличить возможности поглощения быстрых нейтронов делящимися ядрами, вызывающего последующие деления) цепная реакция в них поддерживается просто за счет высокой концентрации делящегося материала. В этом случае, когда топливом для реакторов на быстрых нейтронах служит плутоний-239, возникает значительное количество свободных нейтронов, которые могут применяться для получения нового плутония из урана-238. Такие реакторы могут превращать уран-238 в плутоний быстрее, чем сжигать плутоний для производства энергии, т.е. начальное количество плутония растет, или "размножается". Это новое топливо может использоваться для повторного обеспечения реактора топливом, или для загрузки топливом реакторов на тепловых нейтронах, или для обеспечения топливом других реакторов на быстрых нейтронах.

### Переработка ядерного топлива

Ядерное топливо может находиться в реакторе несколько лет. Но даже после этого используются не все его делящиеся атомы. Однако приходится извлекать из них тепловыделяющие элементы, хотя и не полностью использованные, по двум причинам. Во-первых, осколки деления, образующиеся в ТВЭЛах, поглощают нейтроны и могут остановить цепную реакцию, а во-вторых, ТВЭЛы могут физически разрушаться вследствие длительного воздействия ядерного излучения.

Отработанное (облученное) топливо может быть ценным материалом, поскольку в нем остается некоторое количество урана-235 и, кроме того, некоторое количество урана-238, превратившегося в плутоний. В связи с этим можно перерабатывать облученное топливо, чтобы отделить делящиеся материалы от радиоактивных осколков деления: первые — для использования в качестве нового топлива, а вторые — для безопасного хранения.

### Приложение III

#### УЧЕТ И ОТЧЕТНОСТЬ В ОБЛАСТИ ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

I. Отличительные характеристики ядерной энергии по сравнению с обычным производством электроэнергии на тепловых электростанциях можно суммировать следующим образом.

а) Хотя в настоящее время ядерная энергия почти всегда преобразуется в электроэнергию, прежде чем используется в качестве источника тепла или движущей силы, в будущем ядерное топливо можно будет использовать непосредственно для промышленных целей, в связи с чем измерение количества электроэнергии само по себе будет недостаточным в будущих энергетических балансах.

б) Хотя в настоящее время преобразование в электроэнергию является обычным делом, страны, производящие электроэнергию из ядерного топлива, импортируют ядерное топливо (в сыром или готовом виде), могут экспортировать такое топливо после его переработки в тепловыделяющие элементы для реакторов и могут также импортировать или экспортировать облученное топливо с целью его переработки; таким образом, ядерное топливо является предметом внешней торговли, независимо от того, импортируют ли или экспортируют, кроме того, электроэнергию такие страны.

с) В течение одного года фактически получается лишь очень незначительная доля тепла, которое теоретически можно получить от данного количества ядерного топлива в реакторе; разница между загрузкой топлива и производством электроэнергии не представляет собой просто потери при преобразовании, а включает также большое количество тепла, которое можно "получить" в течение более чем одного последующего года. Количество тепла, выделяемого реактором за один год, и количество тепла, которое можно получить из данного количества облученного топлива, зависят от типов реакторов, применяемых в настоящее время и в будущем, и от нынешней и будущей технологии переработки ядерного топлива.

2. В связи с этим совершенно ясно, что энергетический баланс должен в принципе быть в состоянии учитывать ядерное топливо как таковое, а не просто электроэнергию, в которую превращается это топливо. На практике в настоящее время могут существовать причины, связанные с безопасностью, и другие причины, не позволяющие показывать полные запасы и движение ядерных материалов в публикуемых балансах, но это не должно помешать рассмотрению способности структуры энергетического баланса, рекомендуемой в настоящем докладе, учитывать весь диапазон операций, связанных с ядерным топливом.

/...

### Учет в энергетическом балансе

3. Особенности ядерной энергии могут легко учитываться в рекомендуемом матричном балансе. Достаточно добавить новые строки для новых операций (обогащение топлива, изготовление тепловыделяющих элементов и переработка облученного топлива) и новые колонки для новых товаров (природный обогащенный и обедненный уран, плутоний и облученное топливо). Если и когда реакторы-размножители на быстрых нейтронах будут использоваться в существенных масштабах, может оказаться целесообразным разделять изготовление и переработку в зависимости от того, идет ли речь о реакторах на тепловых нейтронах или реакторах-размножителях.

4. Имеющиеся строки для импорта и экспорта могут использоваться для внешней торговли ядерным топливом в любом состоянии (природном, обогащенном и т.д.), но строку, показывающую движение запасов, придется разбить на несколько строк, чтобы различать изменения запасов на заводах, изготавливающих топливо, на обогатительных заводах и в активной зоне реакторов. Эта последняя категория будет особенно важной в течение тех лет, когда сооружаются атомные электростанции.

5. На приведенной ниже схеме I показаны соответствующие строки и колонки расширенного энергетического баланса. В ней добавлены стрелки, показывающие характер и направление различных возможных потоков. Потоки для реакторов на быстрых и тепловых нейтронах показаны отдельно.

### Измерение

6. Остается проблема того, каким образом количественно выражать различные состояния ядерного топлива в единой учетной единице (начальный баланс в первоначальных единицах (тонны) не должен вызывать больших трудностей). Проблемы возникают тогда, когда надо выразить в надлежащих кратных величинах джоуля - возможно, в петаджоулях (ПДж) - тоннах природного, обогащенного, обедненного и облученного топлива.

7. Существуют два возможных решения этой проблемы. Во-первых, можно допустить, что, поскольку каждый атом в тонне делящегося материала теоретически может быть расщеплен, содержание энергии в одной тонне урана равняется 82 ПДж (и соответственно для одной тонны плутония или другого делящегося материала оно определяется в зависимости от их атомного веса). Исходя из этого, содержание энергии в топливе, находящемся в активной зоне реактора, выражается очень большим числом ПДж, а содержание энергии в облученном топливе в конце года также составляет очень большую величину, и по сравнению с ними количество энергии, выделяемой в качестве тепла в течение года, будет очень малым.

/...

8. Второе решение может сводиться к тому, чтобы условно приписать каждой тонне природного урана такое количество тепловой энергии, которое может быть получено от нее в течение годового использования в реакторе наиболее широко распространенного типа (легководном). Схема 2, составленная международным агентством по атомной энергии, показывает взаимосвязь между физическими количествами природного и обогащенного урана и соответствующими количествами энергии, которая может быть получена в виде тепла и превращена в электроэнергию. Исходя из этого, количество энергии на тонну составит всего лишь около 0,3-0,4 ПДж.

9. Остается нерешенной также проблема определения количества энергии в облученном топливе (и в обедненном уране, получаемом в результате процесса обогащения). И в данном случае имеется два возможных решения. Первое заключается в том, чтобы допустить, что каждый атом подвергнется делению в неизвестный момент будущего. Второе состоит в том, чтобы оценить количество тепла, которое может быть получено с помощью известной технологии из данного материала. В таблице, которая следует за схемой 2, показано, что энергия, которую можно получить от данного количества урана, колеблется в пределах коэффициента 2,5 в зависимости от различных типов реакторов на тепловых нейтронах, и коэффициента, достигающего почти 130, для реакторов-размножителей.

10. Если будет признано целесообразным составлять расширенный энергетический баланс, показывающий делящиеся материалы в их различном состоянии, то потребуются более тщательно изучить вопрос о том, какое количество энергии считать содержащимся в плутонии и облученном топливе. Даже если такая степень детализации сейчас еще не может быть достигнута, важно подчеркнуть, что матричная структура баланса вполне позволяет включать более подробные данные о ядерных материалах, если будут в наличии необработанные первичные статистические данные и согласованы коэффициенты пересчета.

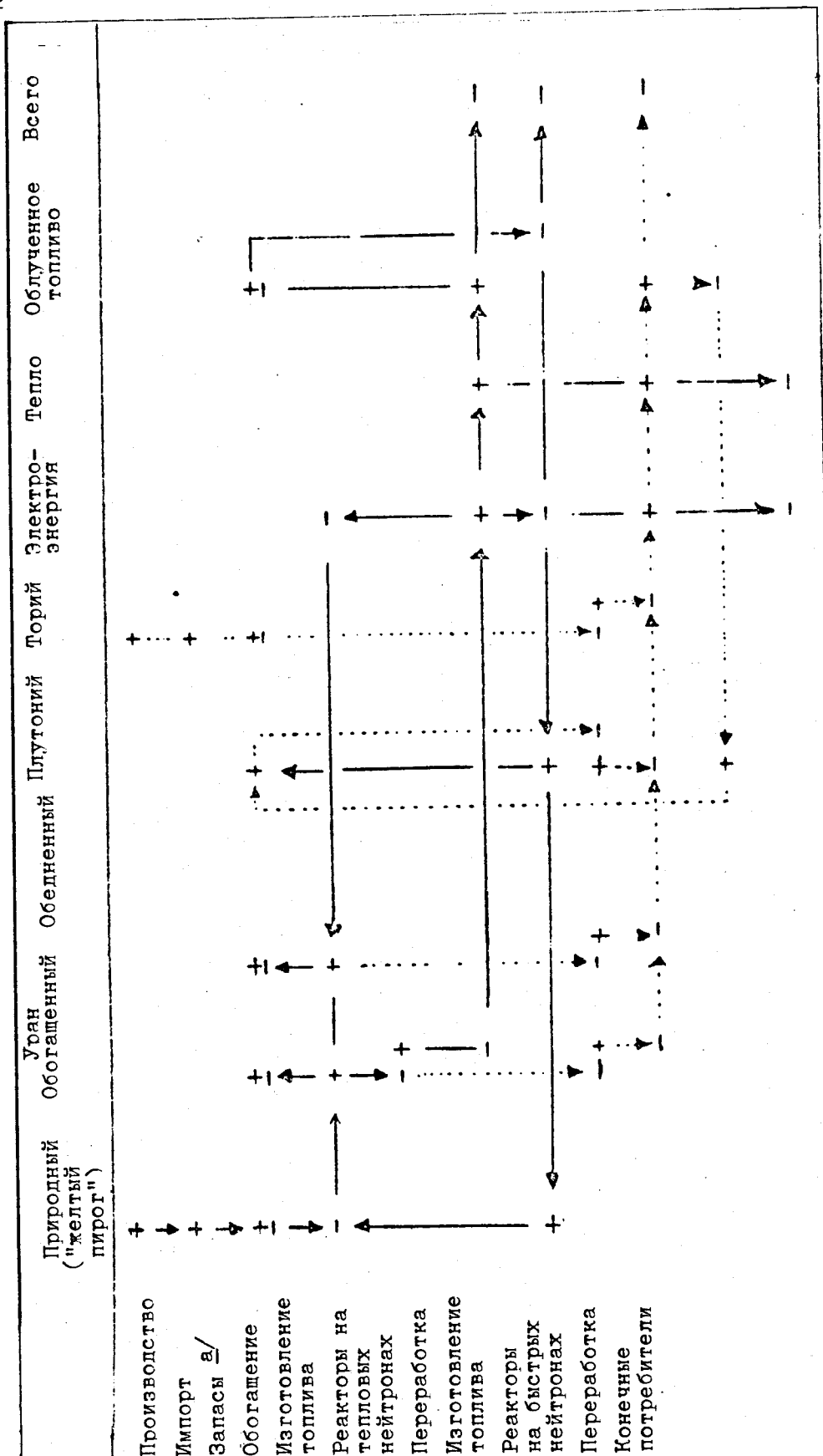
11. Даже если пока еще невозможно составить подробный баланс, в дополнительных таблицах следует показывать внешнюю торговлю ядерными материалами, по крайней мере в первоначальных единицах. Для выражения этой торговли в джоулях можно использовать три возможных метода:

а) оценивать каждую тонну, исходя из того, что каждый делящийся атом может быть со временем расщеплен;

б) оценивать каждую тонну в пересчете на среднегодовое количество тепла, которое может быть получено с помощью действующих реакторов и технологии переработки ядерного топлива;

в) включать в год импорта и (как импорт) в каждый последующий год товарной жизни этого количества величину, оцененную с помощью вышеуказанного метода б).

Схема I. Структура учета ядерных материалов и трактовка ядерных циклов в энергетическом балансе

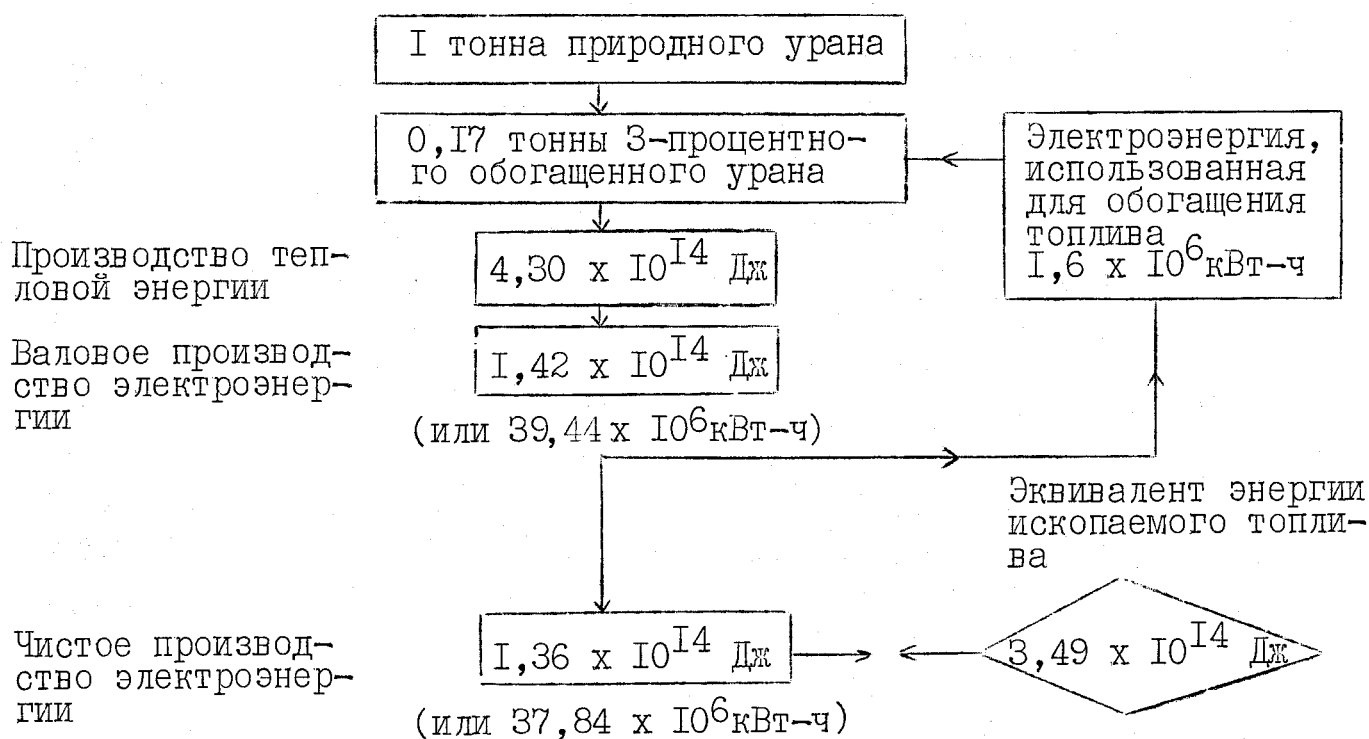


а/ Следует разбивать на: а) заводы по обновлению топлива, б) обогажительные заводы, с) реакторы, д) прочее.

## Схема 2. Энергетический эквивалент одной тонны природного урана

1. Исходная гипотеза. Поскольку большинство ядерных реакторов в настоящее время используется для выработки электроэнергии, энергетический эквивалент одной тонны урана оценивается по содержанию энергии в ископаемом топливе, необходимой для выработки такого же количества электроэнергии.

2. Схема потоков в базисном случае. Данная схема показывает, сколько чистой энергии можно получить из одной тонны природного урана на легководном реакторе. Поскольку в настоящее время этот тип реактора получил наиболее широкое распространение, его можно принять в качестве базиса.



Базисный случай: уран, используемый в легководном реакторе без повторного уран-плутониевого цикла

$$1 \text{ т природного урана} = 3,5 \times 10^{14} \text{ Дж}$$

В свою очередь, одну тонну 3-процентного обогащенного урана можно считать эквивалентной  $2,1 \times 10^{15}$  Дж.

/...

3. Прочие случаи использования урана. Если уран и плутоний повторно загружаются в легководный реактор или если применяются другие типы реакторов, энергетический эквивалент одной тонны природного урана в базисном случае надо умножить на следующие коэффициенты:

Типы реакторов и топливные циклы	Множитель
I. <u>Легководный реактор (ЛВР)</u>	
Без повторного уранового и плутониевого цикла	1,0 (базис)
С повторным урановым циклом, но без повторного плутониевого цикла	1,2
С повторным урановым и плутониевым циклом	1,5
2. <u>Тяжеловодный реактор (ТВР)</u>	
Без какого-либо повторного цикла	1,2
С повторным плутониевым циклом	2,5
3. <u>Высокотемпературный реактор с газовым охлаждением (ВТР)</u>	
Уран-ториевый цикл с повторным урановым циклом	2,1
2. <u>Реактор-размножитель на быстрых нейтронах (РБН)</u>	
С бесконечным рядом урановых и плутониевых циклов	129,0
В РБН выгорает 60% природного урана, тогда как в ЛВР - лишь 0,7%.	



## Приложение IV

### ОСНОВНЫЕ МЕЖДУНАРОДНЫЕ КЛАССИФИКАЦИИ

#### Организация Объединенных Наций

- МСТК - Международная стандартная торговая классификация
- СНС - Система национальных счетов
- МСОК - Международная стандартная отраслевая классификация
- ОЭК - Классификация основных экономических категорий

#### Совет таможенного сотрудничества, Брюссель

- НСТС (БТН) - Номенклатура Совета таможенного сотрудничества (Брюссельская таможенная номенклатура) для классификации товаров согласно таможенным тарифам
- СС - Согласованная система, разрабатываемая в настоящее время Советом таможенного сотрудничества

#### Европейские сообщества

- НИМЕКСЕ - Номенклатура товаров для внешнеторговой статистики Сообщества и для статистики торговли между государствами-членами
- НАСЕ - Общая номенклатура экономической деятельности в европейских сообществах
- НИПРО - Единая номенклатура промышленных товаров

#### Прочее

- ОКПСР - Общий классификатор промышленной и сельскохозяйственной продукции стран - членов Совета Экономической Взаимопомощи (СЭВ), Москва
- КСТЕ - Классификация грузов для европейской транспортной статистики

Приложение У  
ЭНЕРГИЯ В КЛАССИФИКАЦИЯХ НАСЕ И НИПРО

I. ЭНЕРГИЯ И ВОДА

Классы Группы	Подгруппы НАСЕ и позиции	НАСЕ	Код НИПРО	Описание	Единица измерения
II				<u>Добыча и брикетирование твердых видов топлива</u>	
	III			Добыча антрацита и изготовление патентованного топлива	
	III.1			Добыча антрацита (включая открытые разработки)	
		III.10		Уголь	
		III.10	I	Уголь, небрикетированный и неагломерированный	
			IO	Уголь, небрикетированный или неагломерированный	
			IOI	Уголь (например антрацит, тощий, горновы, жирный, газогенераторный и длиннопламенный), кусковой, орешковый, тонкий, пылевидный, среднеразмерный, шламмы	т
			IO5	Метан	$\frac{м^3}{м^3} + \frac{ккал}{м^3}$
	III.2			Изготовление патентованного топлива (включая бездымные и аналогичные твердые виды топлива, изготовляемые из угля)	
		III.20		Угольные брикеты	
		III.20	I	Угольные брикеты и прочие угольные агломераты	
			IO	Угольные брикеты и прочие угольные агломераты	
			IOO	Угольные брикеты и подобные продукты твердого топлива из угля, ячеистой формы, или прочие брикетированные продукты	

Классы Группы	Подгруппы и позиции	НАСЕ	Код НИПРО	Описание	Единица измерения
II2				Добыча и брикетирование лигнита	
	II2.1			Добыча черного лигнита	
		II2.10		Битуминозный уголь	
		II2.10	I	Битуминозный уголь	
			10	Битуминозный уголь	
			100	Битуминозный уголь, также пылевидный или обезвоженный и/или высушенный	кг
	II2.2			Добыча бурого угля	
		II2.20		Рядовой лигнит (без битуминозного угля)	
		II2.20	I	Рядовой лигнит, небрикетированный и неагломерированный	
			10	Рядовой лигнит, небрикетированный и неагломерированный	
			100	Рядовой лигнит, также обезвоженный и/или высушенный (недлинопламенный)	
	II2.3			Изготовление брикетов из бурого угля	
		II2.30		Брикеты из лигнита	
		II2.30	I	Брикеты из лигнита и прочие агломераты из лигнита	
			10	Брикеты из лигнита и прочие агломераты из лигнита	
			100	Брикеты из лигнита и прочие агломераты из лигнита	

Класс	Группы	Подгруппы и позиции	НАСЕ	Код НИПРО	Описание	Единица измерения
I2	I20				Коксовые печи	
		I20.1			Коксовые печи на угольных рудниках	
			I20.10		Шахтный кокс и коксовый газ	
			I20.10	I	Шахтный кокс и коксовый газ	
				IO	Шахтный кокс и коксовый газ	
				IOI	Шахтный кокс	т
					Шахтный коксовый газ	м <sup>3</sup> + ккал
		I20.2			Коксовые печи в черной металлургии	
			I20.20		Доменный кокс и коксовый газ	
			I20.	I	Доменный кокс и коксовый газ	
				IO	Доменный кокс и коксовый газ	
				IOI	Доменный кокс	т
					Доменный коксовый газ	м <sup>3</sup> + ккал
		I20.3			Изготовление брикетов из бурого угля	
			I20.30		Прочий печной кокс и газ (из самостоятельных коксовых печей)	
			I20.30	I	Прочий печной кокс и газ, а также низкотемпературный кокс из угля и лигнита (из самостоятельных коксовых печей) (исключая кокс из битуминозного угля и нефтяной кокс)	
				II	Прочий печной кокс (включая низкотемпературный кокс) из угля (из самостоятельных коксовых печей)	

Классы	Группы	Подгруппы и позиции	НАСЕ	Код НИПРО	Описание	Единица измерения
				I10	Прочий печной кокс (включая низкотемпературный кокс) из угля (из самостоятельных коксовых печей)	т
				I2	Прочий коксовый газ (из самостоятельных коксовых печей)	т
				I20	Прочий коксовый газ (из самостоятельных коксовых печей)	м <sup>3</sup> + ккал
				I3	Кокс из угля для производства электродов	т
				I30	Кокс из угля для производства электродов (чистый и очень чистый кокс с максимальной зольностью 2%)	т
				I5	Кокс и низкотемпературный кокс из лигнита	т
				I50	Кокс и низкотемпературный кокс из лигнита	т
				I7	Побочные продукты коксования угля из лигнита	кг
				I71	Ретортный уголь (ретортный графит), штучный или размолотый	т
				I73	Необезвоженный деготь, получаемый при коксовании или низкотемпературном коксовании угля и лигнита, включая обезвоженный	т
				I74	Необезвоженная рекуперированная сера, побочный продукт коксования	т
				I75	Сырой бензол	т
				I77	Сульфат аммония	т
				I79	Прочие побочные продукты коксования угля (например, аммиачная вода при очистке отработанного газа)	т

Класс	Группы	Подгруппы и позиции	НАСЕ	Код НИПРО	Описание	Единица измерения
I3	I31	I31.0	I31.00		<u>Добыча нефти и природного газа</u>	
					Добыча нефти	
					Сырая нефть (включая неочищенный и попутный природный газ без мелких фракций)	
					Сырая нефть (включая неочищенный и попутный газ без мелких фракций)	
					Нефтепродукты, неочищенные и отбензиненные неочищенные, из нефти или битуминозных минералов и попутного природного газа	
				I	Сырая нефть (включая отбензиненную сырую нефть)	
				II	Сырая нефть (включая осветленную, обезвоженную, стабилизированную, дезмульгированную, обессоленную и подобным образом слегка переработанную при сохранении основного характера сырой нефти)	
				III	Сырая нефть из битуминозных минералов	
				I30	Сырая нефть из битуминозных минералов	
				I5	Попутный природный газ	
				I50	Попутный природный газ	
	I32	I32.0	I32.00		Добыча и очистка природного газа	м <sup>3</sup> + ккал
					Природный газ (не попутный) и продукты сжигания природного газа	
					Природный газ (не попутный) и продукты сжигания природного газа	
			I32.00	I	Природный газ (не попутный)	т
					Природный газ (не попутный)	

Классы	Группы	Подгруппы и позиции	НАСЕ	Код НИПРО	Описание	Единица измерения
				I01	Природный газ (неочищенный)	м <sup>3</sup> + ккал
				I04	Природный газ, обессеренный или иным образом очищенный, в газообразном состоянии	м <sup>3</sup> + ккал
				I07	Природный газ, обессеренный или иным образом очищенный, в жидком состоянии	т + ккал
			I32.00	3	Продукты сжижения природного газа	
				30	Продукты сжижения природного газа	
				301	Бензин из природного газа	т + ккал
				305	Природный сжиженный нефтяной газ	т + ккал
				307	Прочие продукты сжижения природного газа	т + ккал
			I32.00	5	Сырая рекуперированная сера	
				50	Сырая рекуперированная сера	
				500	Сырая рекуперированная сера (побочный продукт природного газа)	
I33					Добыча битуминозного сланца	
		I33.0			Битуминозные породы	
			I33.00		Битуминозные породы	
			I33.00	I	Битуминозные породы (сырая нефть из битуминозных минералов отнесена к I31.00.I30)	
				II	Битуминозные породы	
				II0	Горючий сланец, нефтесодержащий известняк, битуминозный песок и прочие битуминозные породы	
				I5	Сланцевый деготь, неочищенный	

Классы Группы	Подгруппы и позиции	НАСЕ	Код НИПРО	Описание	Единица измерения
I34	I34.0	I34.00	I50	Сланцевый деготь, неочищенный (включая обезвоженный)	СТОИМОСТЬ
				Разведка на нефть и природный газ	
				Службы полевой разведки нефти и газа	
				Служба полевой разведки нефти и газа	
			0	Службы полевой разведки нефти и газа	
I40	I40.0	I40.00	00	Службы полевой разведки нефти и газа	СТОИМОСТЬ
			000	Службы полевой разведки нефти и газа	
				Переработка нефти	
				Переработка нефти	
				Переработка без распределения нефтепродуктов	
I40.I0	I40.I0	I40.I0	I40.II	Переработка с интегрированным распределением нефтепродуктов	СТОИМОСТЬ
			I40.I2	Переработка с интегрированным распределением нефтепродуктов	
			I40.I0	Продукты нефтепереработки	
				Примечание. В НАСЕ на пятизначном уровне проводится различие между нефтеперерабатывающими заводами, имеющими (I40.I2) и не имеющими (I40.II) интегрированной сети распределения нефтепродуктов. В данном случае эта разница не учитывается. Продукты обеих пятизначных позиций отнесены в НИПРО к I40.I0	
				Продукты нефтепереработки	
I40.I0	I40.I0	I40.I0	I	Светлые, средние и тяжелые нефтепродукты	СТОИМОСТЬ
			II	Нафта	



Классы Группы	Подгруппы и позиции	НАСЕ	Код НМРО	Описание	Единица измерения
			I10	Нафта	т
			I2	Автомобильный бензин	
			I21	Автомобильный бензин обычного сорта	т
			I23	Автомобильный бензин нормального сорта	т
			I25	Авиационный бензин	т
			I3	Реактивное топливо и прочий керосин	
			I31	Керосин	т
			I33	Тяжелое карбюраторное топливо	т
			I35	Реактивное топливо бензинового типа	т
			I37	Прочее реактивное топливо	
			I5	Дизельное топливо, газойль и жидкое топливо	
			I51	Легкий бытовой отопительный газ и жидкое топливо	т
			I55	Дизельное топливо	
			I6	Остаточное котельное топливо	
			I60	Остаточное котельное топливо	т
			I7	Специальные спирты	
			I71	Уайт-спирит	т
			I75	Прочие специальные спирты	т
	I40.I0	3		Смазочные масла и прочие минеральные масла, н.в.д.к.	
		31		Смазочные масла различного назначения	

Классы	Группы	Подгруппы и позиции	НАСЕ	Код НИПРО	Описание	Единица измерения
				311	Веретенное масло	т
				314	Машинное масло	т
				317	Светлое масло	т
				33	Консистентные смазки с содержанием минерального масла свыше 70% по весу	
				330	Консистентные смазки с содержанием минерального масла свыше 70% по весу	
				35	Смазочные препараты, содержащие до 70% минерального масла	т
					256.60.110 - Смазочные препараты как вспомогательные продукты для использования в текстильной промышленности	
					.511 = Смазочные препараты как вспомогательные продукты для использования в кожевенной и меховой промышленности	
					259.20.109 = Прочие продукты для ухода за кожей	
					256.70.140 = Смазочные препараты как вспомогательные продукты для резиновой промышленности	
					.319 = Смазочные препараты как защитные продукты для строительной промышленности	
					.550 = Антикоррозионные препараты, Н.В.Д.К.	

Класс	Группы	Подгруппы и позиции	НАСЕ	Код НИПРО	Описание	Единица измерения
					• 520 - Смазочные препараты, н.в.д.к. (смазочно-охлаждающие эмульсии, трансформаторные масла, масла и концентраты смазки для изготовления проволоки)	
				37	Прочие смазочные масла на базе минерального масла	
				370	Прочие масла на базе минерального масла	
					Смазочное масло	т
				39	Прочие минеральные масла, не предназначенные для смазки	
				39I	Масла для обработки металлов	т
				395	Трансформаторные масла	т
				399	Минеральные масла, н.в.д.к., не предназначенные для смазки	т
I40.10	5				Прочие производные минеральные масла (исключая нефтехимические продукты)	
				5I	Вазелин	
				5II	Неочищенный вазелин	т
				5I9	Прочий вазелин (исключая медицинские и туалетные продукты)	т
				53	Парафин и парафиновые остатки	
				53I	Неочищенный парафин	
				534	Твердый парафин (точка плавления свыше 45°C)	т

Классы	Группы	Подгруппы и позиции	НАСЕ	Код НИПРО	Описание	Единица измерения
				537	Мягкий парафин (точка плавления ниже 45°C)	т
				539	Парафиновые остатки	т
				55	Озокерит, горный воск и торфяной воск, очищенные	т
				550	Озокерит, горный воск и торфяной воск, очищенные	т
				57	Прочие производные минеральные масла (исключая газ и нефтехимические продукты)	т
				571	Битум	т
				574	Битуминозные смеси на базе битума (например, мастика)	т
				577	Нефтяной кокс	т
	I40.I0			7	Сжиженный нефтяной газ и заводской газ	т + ккал
				71	Сжиженный нефтяной газ (производимый на нефтеперерабатывающих заводах)	т
				710	Сжиженный нефтяной газ (например, пропан-бутановые смеси)	т + ккал
				75	Заводские газы (исключая природный газ)	т + ккал
				750	Заводские газы (исключая природный газ)	т + ккал
	I40.I0			8	Неочищенная рекуперированная сера	м <sup>3</sup> + ккал
				80	Неочищенная рекуперированная сера	т
				800	Неочищенная рекуперированная сера (получаемая при переработке нефти)	т
	I40.I0			9	Остатки после переработки нефти	т

Классы Группы	Подгруппы и позиции	НАСЕ	Код НИПРО	Описание	Единица измерения
			90	Экстракты от переработки и прочие остатки от переработки минеральных масел (исключая остатки от переработки смазочных масел)	
			900	Экстракты от переработки и прочие остатки от переработки минеральных масел (исключая остатки от переработки смазочных масел)	
	I40.2			Переработка нефтепродуктов (исключая нефтехимические продукты)	
		I40.20		Производные продукты переработки минеральных масел или их смеси (исключая нефтехимические продукты)	
		I40.20	I	Консистентные смазки с содержанием минерального масла по весу не менее 70%	
			I0	Консистентные смазки с содержанием минерального масла по весу не менее 70%	
				<u>I40.10.330 = Консистентные смазки с содержанием минерального масла не менее 70%</u>	
		I40.20	5	Прочие производные или смеси переработанного минерального масла	
			50	Прочие производные или смеси переработанного минерального масла	
			500	Битуминозные эмульсии	т
				<u>I40.10.311 = Веретенное масло</u>	
				<u>.314 = Машинное масло</u>	
				<u>.317 = Светлое масло</u>	
				<u>.330 = Консистентные смазки с минеральным маслом</u>	

Классы	Группы	Подгруппы и позиции	НАСЕ	Код НИПРО	Описание	Единица измерения
					<u>.370 = Прочие смазочные масла на базе минерального масла</u>	
					<u>.391 = Масла для обработки металлов</u>	
					<u>.395 = Трансформаторные масла</u>	
					<u>.399 = Минеральные масла, н.в.д.к.</u>	
			140.20	9	Остатки от переработки производных минерального масла	
				90	Экстракты переработки и прочие остатки от переработки производных минерального масла	
				900	Экстракты переработки и прочие остатки от переработки производных минерального масла	т
15					<u>Промышленность по производству ядерного топлива</u>	
	151				Добыча руд, содержащих делющиеся и воспроизводящие материалы	
	151.0				Руды, содержащие делющиеся и размножающие материалы	
			151.00		Руды, содержащие делющиеся и размножающие материалы	
			151.00	I	Урановые руды и урановая смолка	
				10	Урановые руды и урановая смолка	
				101	Урановые руды и урановая смолка с содержанием урана более 5% по весу	т - U
				103	Урановые руды и урановая смолка с содержанием урана до 5% по весу	т - U
			151.00	5	Ториевые руды	

Классы Группы	Подгруппы и позиции	НАСЕ	Код НИПРО	Описание	Единица измерения
			50	Ториевые руды	
			501	Монацит: ураново-торианитовые и прочие ториевые руды с содержанием тория более 20% по весу	т-Тн
			509	Прочие ториевые руды	т-Тн
I52				Добыча и переработка делящихся и воспроизводящих материалов	
	I52.0			Делящиеся и размножающие материалы	
		I52.00		Делящиеся и размножающие материалы	
		I52.00	I	Урановые и ториевые концентраты	
			II	Урановые концентраты	
			II0	Урановые концентраты ("желтый пирог и уранил-нитратный раствор)	кг-У
			I5	Ториевые концентраты	
			I50	Ториевые концентраты	кг-Тн
		I52.00	3	Химические элементы и делящиеся и размножающие изотопы, их соединения, сплавы, дисперсии и керметы, включая их смеси	
			31	Химические элементы, делящиеся и размножающие изотопы, соединения и сплавы природного урана	
			311	Четырехтористый уран	кг-У
			312	Шеститористый уран	кг-У
			313	Окиси	кг-У
			315	Нерафинированный металл (включая опилки и скрап)	кг-У

Классы Группы	Подгруппы и позиции	НАСЕ	Код ЦИПРО	Описание	Единица измерения
			316	Сварочный металл	кг-U
			319	Прочие химические соединения природного урана	кг-U
			32	Химические элементы, делящиеся и размножающие изотопы, соединения и сплавы обогащенного урана	
			321	Четырехтористый уран	кг-U+кг-U <sup>235</sup>
			322	Шеститористый уран	кг-U+кг-U <sup>235</sup>
			323	Оксиды	кг-U+кг-U <sup>235</sup>
			326	Металлы и сплавы	кг-U+кг-U <sup>235</sup>
			328	Уранил-нитрат	кг-U+кг-U <sup>235</sup>
			329	Прочие химические соединения обогащенного урана	кг-U+кг-U <sup>235</sup>
			33	Химические элементы, делящиеся и размножающие изотопы, соединения и сплавы плутония	
			330	Металлический плутоний, его сплавы и прочие химические соединения	кг-Pu + кг-Pu <sup>241</sup>
			35	Химические элементы, изотопы, соединения, сплавы и смеси тория	
			353	Оксиды	кг-Th
			355	Нерафинированный металл	кг-Th
			356	Сварочный металл	кг-Th
			359	Прочие химические соединения тория	кг-Th
			36	Химические элементы, изотопы, соединения и сплавы обедненного урана	
			361	Четырехтористый уран	кг-U+кг-U <sup>235</sup>



Класс	Группы	Подгруппы и позиции	НАСЕ	Код НИПРО	Описание	Единица измерения
				362	Шестифтористый уран	кг-U+кг-U <sub>235</sub>
				363	Окиси	кг-U+кг-U <sub>235</sub>
				366	Металл и сплавы	кг-U+кг-U <sub>235</sub>
				368	Уранил-нитрат	кг-U+кг-U <sub>235</sub>
				39	Смешанные окиси, карбиды, керметы, дисперсии и сплавы урана, плутония и тория	
				390	Смешанные окиси, карбиды, керметы, дисперсии и сплавы урана, плутония и тория	кг
			152.00	4	Необлученные тепловыделяющие элементы	
				41	Тепловыделяющие элементы с природным ураном	
				410	Тепловыделяющие элементы с природным ураном	кг-U
				42	Тепловыделяющие элементы с обогащенным ураном	
				421	Тепловыделяющие элементы с обогащенным ураном	кг-U+ кг-U <sub>235</sub>
				422	Тепловыделяющие элементы с высокообогащенным ураном	кг-U+кг-U <sub>235</sub>
				43	Тепловыделяющие элементы, содержащие плутоний	
				430	Тепловыделяющие элементы, содержащие плутоний	кг-Pu+кг-Pu <sub>239</sub> , 241
				46	Тепловыделяющие элементы с обедненным ураном	
				460	Тепловыделяющие элементы с обедненным ураном	кг-U+кг-U <sub>235</sub>
				49	Смешанные тепловыделяющие элементы	

Классы Группы	Подгруппы и позиции	НАСЕ	Код НИПРО	Описание	Единица измерения
16	16I	16I.I	490	Смешанные тепловыделяющие элементы (уран, плутоний, торий) с различными химическими композициями (окиси, карбиды, нитриды и т.д.)	кг
				<u>Производство и распределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды</u>	
				Производство и распределение электроэнергии	
				Производство электроэнергии из тепловой энергии (обычной и геотермальной)	
				Электроэнергия, вырабатываемая на тепловых электростанциях (для общего пользования)	
				Электроэнергия, вырабатываемая на обычных тепловых электростанциях, и побочные продукты тепловых электростанций	
				Электроэнергия, вырабатываемая на обычных тепловых электростанциях	ГВт-ч
				Электроэнергия, вырабатываемая из антрацита и его производных	ГВт-ч
				Электроэнергия, вырабатываемая из бурого угля	ГВт-ч
				Электроэнергия, вырабатываемая из газообразных нефтепродуктов	ГВт-ч
				Электроэнергия, вырабатываемая из природного газа	ГВт-ч
				Электроэнергия, вырабатываемая из производных газов	ГВт-ч
				Электроэнергия, вырабатываемая из прочих газов	ГВт-ч

Класс	Группы	Подгруппы и позиции	НАСЕ	Код ЕИПРО	Описание	Единица измерения
				15	Тепло	
					<u>I63.00.104 = Тепло, распределяемое по трубам на коммерческой основе</u>	
					• <u>I07 = Горячая вода, распределяемая по трубам на коммерческой основе</u>	
	161.10	2			Геотермальная электроэнергия	
		20			Геотермальная электроэнергия	
		200			Геотермальная электроэнергия	ГВт-ч
	161.2				Производство электроэнергии из гидравлической энергии	
	161.20				Электроэнергия, вырабатываемая на гидравлических электростанциях (для общего пользования)	
	161.20	I			Электроэнергия, вырабатываемая на гидравлических электростанциях	
		10			Электроэнергия, вырабатываемая на гидравлических электростанциях	
		101			Электроэнергия, вырабатываемая электростанциями, работающими на естественном стоке воды	ГВт-ч
		105			Электроэнергия, вырабатываемая на гидроаккумулирующих электростанциях	ГВт-ч
	161.3				Производство электроэнергии из ядерной энергии	
	161.30				Электроэнергия, вырабатываемая на атомных электростанциях (для общего пользования)	
	161.30	I			Электроэнергия, вырабатываемая на атомных электростанциях, и побочные продукты	

Классы Группы и Подгруппы и позиции	НАСЕ	Код ННПРО	Описание	Единица измерения
		II	Электроэнергия, вырабатываемая на атомных электростанциях	
		III	Электроэнергия, вырабатываемая на реакторах, работающих на природном уране	ГВт-ч
		II4	Электроэнергия, вырабатываемая на реакторах, работающих на обогащенном уране	ГВт-ч
		II7	Электроэнергия, вырабатываемая на реакторах-размножителях	ГВт-ч
		I5	Тепло	
			<u>I63.00.I04= Пар, распределяемый по трубам на коммерческой основе</u>	
			<u>• I07 = Горячая вода, распределяемая по трубам на коммерческой основе</u>	
		I7	Облученные тепловыделяющие элементы	
		I7I	Облученные тепловыделяющие элементы с природным ураном	кг
		I72	Облученные тепловыделяющие элементы с обогащенным ураном	кг
		I73	Облученные тепловыделяющие элементы с плутонием	кг
		I74	Облученные тепловыделяющие элементы с обедненным ураном	кг
		I79	Облученные тепловыделяющие элементы со смешанными элементами (уран, плутоний, торий)	кг
I6I.4			Распределение электроэнергии	
I6I.40			Распределенная электроэнергия (для общего пользования)	

Классы	Группы	Подгруппы и позиции	НАСЕ	Код НИПРО	Описание	Единица измерения
			I6I.40	I	Распределенная электроэнергия (для общего пользования)	
			I0		Распределенная электроэнергия (для общего пользования)	
			I00		Распределенная электроэнергия (для общего пользования)	ГВт-ч
					Производство электроэнергии из тепловой энергии (обычной)	
			I6I.50		Электродоэнергия, вырабатываемая на обычных тепловых электростанциях для собственного потребления	
			I6I.50	I	Электродоэнергия, вырабатываемая на обычных тепловых электростанциях для собственного потребления	
				II	Электродоэнергия, вырабатываемая на обычных тепловых электростанциях для собственного потребления	
					<u>I6I.10.111 - Электродоэнергия, вырабатываемая из антрацита и его производных</u>	
					<u>.112 - Электродоэнергия, вырабатываемая из бурого угля</u>	
					<u>.113 - Электродоэнергия, вырабатываемая из газообразных нейтральных продуктов</u>	
					<u>.114 - Электродоэнергия, вырабатываемая из природного газа</u>	
					<u>.115 - Электродоэнергия, вырабатываемая из производных газов</u>	

Классы	Группы	Подгруппы и позиции	НАСЕ	Код НИПРО	Описание	Единица измерения
					<p>• <u>119 - Электроэнергия, вырабатываемая из прочих видов топлива</u></p> <p>Производство электроэнергии из гидравлической энергии</p>	
					<p>161.60 Электроэнергия, вырабатываемая на гидравлических электростанциях для собственного потребления</p>	
				I	<p>161.60 Электроэнергия, вырабатываемая на гидравлических электростанциях для собственного потребления</p>	
				10	<p>Электроэнергия, вырабатываемая на гидравлических электростанциях для собственного потребления</p>	
					<p><u>161.20.101 - Электроэнергия, вырабатываемая на гидравлических электростанциях, работающих на естественном стоке воды</u></p>	
					<p>• <u>105 - Электроэнергия, вырабатываемая на гидроаккумулирующих электростанциях</u></p> <p>Производство электроэнергии из ядерной энергии</p>	
					<p>161.70 Электроэнергия, вырабатываемая на атомных электростанциях для собственного потребления</p>	
				I	<p>161.70 Электроэнергия, вырабатываемая на атомных электростанциях для собственного потребления</p>	
				11	<p>Электроэнергия, вырабатываемая на атомных электростанциях для собственного потребления</p>	
					<p><u>161.30.111 - Электроэнергия, вырабатываемая на реакторах, работающих на природном уране</u></p>	

Классы Группы	Подгруппы и позиции	НАСЕ	Код НИПРО	Описание	Единица измерения
				<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>114 - Электроэнергия, вырабатываемая на реакторах, работающих на обогащенном уране</u></li> <li>• <u>117 - Электроэнергия, вырабатываемая на реакторах-размножителях</u></li> </ul>	
			17	Облученные тепловыделяющие элементы	
				<u>161.30.171 - Облученные тепловыделяющие элементы с природным ураном</u>	
				• <u>172 - Облученные тепловыделяющие элементы с обогащенным ураном</u>	
				• <u>173 - Облученные тепловыделяющие элементы с плутонием</u>	
				• <u>174 - Облученные тепловыделяющие элементы с обедненным ураном</u>	
				• <u>179 - Облученные тепловыделяющие элементы со смешанными элементами (уран, плутоний, торий)</u>	
I62				Газовые заводы, распределение газа	
	I62.I			Газовые заводы	
				Примечание. Продукция газовых заводов включает газы предприятий, основная цель которых состоит в производстве и распределении лишь производных газов. Включаются также газы, получаемые в результате крекинга и смешения других типов газа	
	I62.I0	-		Заводской газ и кокс, получаемый на газовых заводах	
	I62.I0	I		Заводской газ и кокс, получаемый на газовых заводах	

Классы Группы	Подгруппы и позиции	НАСЕ	Код ННПРО	Описание	Единица измерения
			I0	Заводской газ и кокс, получаемый на газовых заводах	
			I01	Заводской газ	м <sup>3</sup> + ккал
			I02	Кокс, получаемый на газовых заводах (включая низкотемпературный кокс)	т
				<u>I20.30.173 = Необезвоженный деготь</u>	
				<u>.175 = Неочищенный бензин</u>	
				<u>.177 = Сернокислый аммоний</u>	
				<u>.179 = Прочие побочные продукты коксования угля и лигнита (аммиачная вода, вещества, получаемые при очистке отработанного газа)</u>	
I62.2				Распределение газообразного топлива всех типов по магистральным трубопроводам	
	I62.20			Газообразные виды топлива любого рода, распределяемые в местных масштабах по трубопроводам низкого давления	
	I62.20	I		Газообразные виды топлива любого рода, распределяемые в местных масштабах по трубопроводам низкого давления	
		I0		Газообразные виды топлива любого рода, распределяемые в местных масштабах по трубопроводам низкого давления	
		I01		Природный газ, немодифицированный (примерно 8 000-10 000 ккал/м <sup>3</sup> )	м <sup>3</sup> + ккал
		I04		Заводской газ (примерно 4000 ккал/м <sup>3</sup> )	м <sup>3</sup> + ккал
I63				Производство и распределение пара, горячей воды, сжатого воздуха; теплоцентрали	



Классы Группы	Подгруппы и позиции	НАСЕ	Код НИПРО	Описание	Единица измерения
	I63.0			Отопление с помощью труб (пар, горячая вода, теплофикационная сеть), подача сжатого воздуха по трубам	
		I63.00		Отопление с помощью труб (пар, горячая вода, теплофикационная сеть), подача сжатого воздуха по трубам	
		I63.00	I	Отопление с помощью труб (пар, горячая вода, теплофикационная сеть), подача сжатого воздуха по трубам	
			I0	Отопление с помощью труб (пар, горячая вода, теплофикационная сеть), подача сжатого воздуха по трубам	
			I01	Подаваемый по трубам сжатый воздух	м <sup>3</sup>
			I04	Пар и тепло (производимые на теплоцентралях), распределяемое по трубопроводам	Ткал
			I07	Горячая вода (производимая на теплоцентралях), распределяемая по трубопроводам	м <sup>3</sup> + Ткал
I69				Производство и распределение нескольких видов энергии совместно	
				<u>Примечание.</u> Поскольку продукты этой группы одинаковы с продуктами групп I61, I62 и I63, они не повторяются в данном случае. Эта позиция введена для классификации предприятий и местных установок	
I7				Водоснабжение: сбор, очистка и распределение воды	
I70				Вода, собираемая, очищаемая и распределяемая	
		I70.00			

Классы	Группы	Подгруппы и позиции	НАСЕ	Код НИПРО	Описание	Единица измерения
			I70.00	I	Вода, собираемая, очищаемая и распределяемая	
				IO	Вода, собираемая, очищаемая и распределяемая	
				IOO	Вода, собираемая, очищаемая и распределяемая	т

## Приложение VI

### НАКОПЛЕНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1. Как указывалось в основном тексте руководства, прежде чем можно будет построить общий энергетический баланс, надо составить товарный энергетический баланс (или товарные энергетические счета). Эта предварительная статья, в свою очередь, зависит от наличия адекватных и своевременных исходных данных о поставках, запасах, преобразовании и использовании всех источников энергии, имеющих значение для экономики страны. Опыт показывает, что это не всегда имеет место, и, если в развивающихся странах отсутствие данных может вызывать особую проблему, в других странах иногда также отсутствует вся необходимая информация в готовой форме. Кроме того, в ряде стран, принадлежащих к обеим группам, статистические данные, поступающие из торговых, налоговых или административных источников в их обычной форме (например, продажи, импорт), которые, казалось бы, пригодны для составления энергетических счетов, на практике могут быть приемлемы лишь в качестве отправного момента, но в сущности своей не подходят для рассматриваемой цели. Ниже рассматриваются некоторые возникающие особые проблемы и предлагаются пути их решения.

2. Страны, которые производят, импортируют или экспортируют сырую нефть и/или нефтепродукты, будут, вполне очевидно, располагать весьма всеобъемлющей статистикой, составляемой добывающими, перерабатывающими и торговыми корпорациями или другими организациями. Это же справедливо и в отношении угля, природного газа, гидравлической и тепловой электроэнергии. Могут возникать проблемы сопоставимости наличных статистических данных. Эти проблемы могут возникать потому, что на различных стадиях, начиная с производства или импорта сырьевых материалов (или иной первичной энергии) и кончая продажей готовой продукции, каждая корпорация будет регистрировать информацию о запасах и потоках таким образом, который лучше всего отвечает ее коммерческим целям.

3. Если в случае жидкого топлива на одной или нескольких ступенях в цепочке поставок и использования сырая нефть и/или нефтепродукты измеряются в единицах объема (баррель или величина, кратная баррелю), то различные удельные плотности различных продуктов влекут за собой выигрыш в объеме (по сравнению с общим объемом поступающего на переработку сырья) тех продуктов, которые менее плотны, чем сырье, и потери в объеме тех продуктов, которые плотнее, чем сырье. Дополнительные явные выигрыши и потери могут иметь место в том случае, если некоторые статистические данные в единицах объема регистрируются на базе фактической температуры в момент измерения, а другие данные регистрируются после пересчета фактических объемов в "стандартные" объемы при температуре, например, 60° по Фаренгейту. Даже в тех случаях, когда все объемы регистрируются на одной и той же температурной

базе, количества, регистрируемые, например, нефтеперерабатывающим заводом в момент отправки в адрес сбытовой компании, могут отличаться от количеств, регистрируемых сбытовой компанией в момент их получения от завода. Такие расхождения могут возникать, помимо температурных факторов, потому, что сбытовая компания может "закрывать свои счета" в иной день месяца, не тот, который используется нефтеперерабатывающим заводом, или может исключать потери, связанные с утечкой и испарением. Различия в объемах можно избежать, если на всех ступенях цепочки поставки - использование применять единицу массы (такую, как имперская тонна или метрическая тонна) вместо единицы объема (такой, как баррель).

4. Следует внимательно изучить все источники данных, чтобы установить точное значение и охват всех данных. Надо сопоставить цифры, получаемые из различных источников, и изучить все несоответствия в сотрудничестве с органами, ответственными за публикацию цифр по каждому статистическому источнику. Все объяснения должны всегда регистрироваться в письменной форме для справок и во избежание необходимости повторного изучения со стороны тех, кто не знает об уже проделанной работе. (Независимо от специальных расследований вышеуказанного характера следует проверять все записи по возможности сразу же по их получении, а любые ошибки или несоответствия должны доводиться до сведения лица, ответственного за те или иные данные).

5. Таможенная статистика представляет собой побочный продукт документации, необходимой для сбора различных налогов с импортируемых и экспортируемых товаров. Таможенные чиновники обычно не интересуются (поскольку они в этом не нуждаются) измерением физических потоков или переходом права собственности, которые происходят в течение одного календарного месяца. Таможенная статистика основана на объеме или стоимости товара, за который были уплачены пошлины или на который были выданы сертификаты таможенной очистки в течение каждого месяца, а время и структура этих фискальных мер несколько запаздывают - иногда намного - по сравнению с временем экономических потоков, в которых заинтересованы лица, занимающиеся энергетическими счетами.

6. Статистика, получаемая от производителей и потребителей энергии, также может иногда не столь полно отражать, как этого хотелось бы, время движения запасов и потоков энергии. Это может происходить в тех случаях, если статистические данные поступают от бухгалтерии, а не от отдела поставок, производственного или сбытового отдела предприятия. Как и в случае с таможенными документами, время регистрации финансовых актов (таких, как выдача накладных или оплата счетов) будет более поздним, чем физические акты, к которым они относятся.

7. Это исследование цифровых показателей должно сопровождаться изучением того, являются ли существующие формы отчетности, представляемые торговыми организациями, или обычные промежуточные отчеты и таблицы, составляемые в этих организациях, удовлетворительными со следующих точек зрения:

/...

- а) ясность в отношении того, что должна включать и исключать каждая запись и какие календарные даты охватывают период времени, к которому относятся поступления;
- б) законченность документа в том смысле, что он должен быть полным и содержать по возможности полный баланс поставок и/или потребления (например, наличные запасы + импорт - потери = реализация + конечные запасы);
- с) последовательность в отношении взаимосвязанных ведомостей (например, классификации секторов конечного потребления должны быть по мере возможности одинаковыми или сопоставимыми);
- д) полнота охвата всех потоков и видов использования энергии (например, не только в отношении жидкого топлива или операций нефтеперерабатывающих заводов).

При необходимости существующая отчетность должна быть изменена, с тем чтобы она могла отражать вышеуказанные моменты, причем следует ввести новые ведомости, позволяющие охватить те поставки и виды использования, которые не учитываются существующими ведомостями (например, использование ископаемого топлива, отходов и гидроэнергии в целях производства электроэнергии для собственного потребления в промышленности).

8. Цифры, взятые из выверенных (и при необходимости исправленных) ведомостей, должны переноситься на соответствующим образом разработанные "рабочие листы", позволяющие сразу же видеть картину за каждый месяц по сравнению с прошлыми месяцами. Такие "рабочие листы" должны включать таблицы, объединяющие запасы и потоки как вне, так и внутри главных производящих или торговых секторов (если, например, имеет место прямой импорт нефтепродуктов нефтесбытовыми компаниями, электроэнергетической промышленностью или одной или несколькими отраслями обрабатывающей промышленности. Подробная структура "рабочих листов" будет различной в каждой стране в зависимости от характерных черт ее потоков энергии).

9. Терминология, используемая в товарных "рабочих листах" должна в лучшем случае, по крайней мере на начальной стадии, соответствовать той, которая применяется в ведомостях, касающихся отдельных отраслей, откуда берутся исходные данные. Следовательно, аналогичные во многих отношениях потоки (например, производство, торговля, потребление) для жидких, твердых и газообразных видов топлива, а также для электроэнергии могут по-разному обозначаться в каждом товарном "рабочем листе" (например, продукция нефтеперерабатывающих заводов, валовое производство, чистое получение, внутренние поставки). Однако в товарном энергетическом счете для всех энергетических товаров используется единый комплекс начальных обозначений.

Ю. Такая ежемесячная регистрация позволяет выявлять несоответствия во времени цифровых показателей, которые могут быть арифметически правильными, если их изучать изолированно в том месяце, к которому они относятся: внезапные скачки вверх или падения от одного месяца к другому должны вызывать подозрение и требовать быстрого расследования. Другое преимущество построения месячных рядов заключается в том, что они могут вскрывать как с помощью формального статистического анализа, так и без него сезонные изменения, которые могут иметь значение при выработке долгосрочной политики.

II. Другое преимущество составления ежемесячных временных рядов состоит в том, что они позволяют создавать банк данных для публикации ежемесячного бюллетеня краткосрочных показателей поставок и потребления энергии. Такой бюллетень мог бы, например, содержать следующую статистическую информацию: данные за последние три месяца, данные за соответствующие три месяца прошлого года, сумма по каждому году и изменения в процентах по сравнению с прошлым годом, совокупный итог текущего года и соответствующая цифра за прошлый год, разница между ними. Можно добавлять комментарии, которые должны разъяснять что-либо (а не просто утверждать то, что наглядно следует из цифр, вроде "... А выросло в  $x$  раз, а  $B$  сократилось в  $y$  раз..."). Цифры, которые трудно получить на помесечной основе, могут включаться в чередующиеся ряды ежеквартальных или полугодовых таблиц (также сопровождающихся соответствующим пояснительным текстом).

12. В тех случаях, когда общие энергетические балансы выпускаются регулярно, высокоагрегированные балансы могут публиковаться ежеквартально; если это возможно, то общие суммы "мини-балансов" на различных уровнях могут преобразовываться в таблицы временных рядов, предназначенных для бюллетеня. Вполне вероятно, что производители (например, корпорации электроснабжения) и распределители (например, нефтедобывающие компании) будут заинтересованы в том, чтобы знать потребности потребителей всех типов, которым они продают свою продукцию, что позволит им лучше определять цены и стимулировать сбыт. Однако в отношении жидких и твердых источников энергии (например, нефтепродуктов, угля и в меньшей степени древесного угля и дров), которые могут складываться торговцем или посредником, покупающим их у производителя или у крупной торговой компании, эти продавцы "на верхних этажах" не будут знать, какому конечному потребителю их продукция продается продавцами "на нижних этажах". Тем не менее может оказаться возможным включать в бюллетень ежеквартальные и полугодовые таблицы, показывающие широкий анализ покупателей энергии по секторам.

13. Статистические данные о распределении энергии каждого типа между конечными потребителями энергии труднее получить, чем данные о поставках энергии. Это объясняется целым рядом причин, но главная заключается в том, что чем больше потребителей и чем меньше потребляемые ими количества энергии, тем труднее регулярно регистрировать потребляемые ими количества. Однако даже для более крупных

потребителей (например, небольших фабрик, мастерских и прочих предприятий) фактические расходы на сбор данных с точки зрения времени и финансовых средств могут оказаться чрезмерными применительно к первоочередным задачам, стоящим перед государственными статистическими органами.

14. Надлежащим образом спланированные и проводимые выборочные обследования являются самым эффективным способом выявления уровня и структуры использования энергии в случае большого числа мелких потребителей. Это в первую очередь относится к бытовому сектору. Выборочные обследования могут также быть полезными в отношении транспортного, гостиничного и торгового секторов и при оценке доли дров, живой энергии (мускульная энергия человека и животных) и прочих традиционных видов топлива в экономике. В некоторых других случаях (например, правительственный сектор) во всех министерствах и ведомствах могут проводиться специальные обследования типа переписи.

15. В настоящем приложении не место подробно рассматривать принципы и методы проведения выборочных обследований. Методология таких обследований является сама по себе специализированной темой, и, если планируется их использование, следует на начальной стадии заручиться услугами высококвалифицированного и опытного статистика.

16. Общий подход к компиляции и проверке исходных данных энергетической статистики, изложенный выше, должен несомненно, применяться и в отношении таких вторичных источников энергии, как кокс, коксовый газ, брикеты из твердого топлива и светильный газ.

17. Как указывалось в основном тексте настоящего руководства, составление товарных энергетических счетов и общих энергетических балансов является не только бесценным методом сбора всего комплекса подробных данных энергетической статистики; это позволяет также выявлять проблемы в текущих статистических данных, точно проверять внутреннюю и внешнюю согласованность всех данных, получаемых на регулярной или специальной основе, и помогает устанавливать приоритеты для дальнейшей работы.

Приложение УП

## ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ НЕКОТОРЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ТЕРМИНАМИ

В нижеприведенной таблице показана взаимосвязь между различными обозначениями, обычно используемыми для классификации источников энергии, и отдельными источниками, которые охватываются каждым описанием. В настоящее время наиболее удовлетворительной общей раб-очей классификацией энергии представляется следующая: коммерческая/традиционная/необычная/мускульная.

Любая такая классификация должна быть пересмотрена примерно че-рез десять лет, когда может измениться мнение о том, что такое не-обычная энергия. Более долгосрочная классификация, по-видимому, мо-жет быть основана на степени связи между солнечной энергией и каждым земным источником энергии (например, прямые солнечные источники энер-гии - солнечное тепло; фотоэлементы; непосредственно производные от солнечной энергии источники - ветровые, гидравлические, волновые, топливные растительные культуры, древесное топливо и растительные отходы; косвенно производные от солнечной энергии источники, такие как древесный уголь, животные отходы, биогаз и спирты; несолнечные источники - ископаемые, делящиеся, геотермальные, приливные и мускуль-ные источники энергии). Степень зависимости некоторых источников энергии от энергии солнца не является очевидной, и классификация, ос-нованная на такой зависимости, по-видимому, вряд ли будет с готов-ностью принята многими статистиками, работающими в области энергети-ки и уже привыкшими к терминологии, указанной в нижеприведенной таб-лице. Главное заключается в том, чтобы обеспечить ясность и после-довательность при использовании этой терминологии.



Возобновляе- мость Характер	Возобновляемые источники	Невозобновляемые источники
Коммерческая	Гидравлическая (в больших масш- табах) Геотермальная	Ископаемые виды топлива Ядерная (прочая)
Некоммерческая/ традиционная	Выращивание древесного топли- ва/древесный уголь Ветки, листья, стебли и т.д. Растительные отходы Животные отходы Промышленные отходы Гидравлическая (водяные мельни- цы) Ветровая (ветряные мельницы и насосы)	Древесное топли- во в лесах/дре- весный уголь
Новая	Прочие виды растениеводства на топливо (для производ- ства спирта и т.д.) Биогаз Солнечная Приливная и волновая Термальная океаническая Гидравлическая (мини) Ветровая (ветряные двигатели)	Жидкое топливо из угля
Мускульная*	Энергия животных Энергия человека	

\* Мускульная энергия может также квалифицироваться как "традиционная возобновляемая" энергия.

Приложение УШ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ БАЛАНСЫ ДЛЯ РАЗВИВАЮЩИХСЯ СТРАН

Нижеследующие две таблицы показывают, во-первых, как может выглядеть упрощенный энергетический баланс для развивающейся страны, и во-вторых, каким образом можно составить отдельный баланс для традиционного и нового возобновляемого источника энергии. Когда, например, нефтепродукты расходуются в сельском хозяйстве для выращивания растений, идущих на топливо, эти затраты должны включаться в основной энергетический баланс как часть "собственного потребления энергетического сектора" (с соответствующей сноской); кроме того, соответствующая сноска должна добавляться в нужной колонке баланса "возобновляемых источников".

Общий энергетический баланс для развивающейся страны

Год:

Джоули  $\times 10^{12}$  (тераджоули)  
Тонны нефтяного эквивалента (ТНЭ)  $\times 10^6$

Поток	Источник	Сырая нефть	Бензин	Керосин/реак- тивное топливо	Дизельное топливо	Лидное топли- во	Асфальт	Сжиженный нефтяной газ	Авиационный бензин	Заводской газ	Электро- энергия		Лагасса	Дрова	Древесный уголь	Прочее	Всего
											ТЭС	ГЭС					
I.	Производство первич- ной энергии																
2.	Импорт																
3.	Экспорт																
4.	Гункеровка																
5.	Движение запасов (увеличение (-)/ сокращение (+))																
6.	Поставки в стране 1+2-(3+4)+5																
7.	Преобразование: (затраты (-)/ выпуск (+))																
	Нефтепереработка																
	Электроэнергия																
	Производство																
	Общее пользование																
	Производство сахара																
	Бокситы																
	Прочее а/ всего																
8.	Собственное потребле- ние и потери в энер- гетическом секторе																
	Нефтепереработка																
	Электростанции																
9.	Потери при распреде- лении																
10.	Потребление вне энер- гетического сектора																
11.	Конечное потребление энергии 6+7-(8+9+10)																
	Сельское хозяйство																
	Бокситы																
	Добыча прочих полез- ных ископаемых и эксплуатация карье- ров																
	Сахар, меласса и ром																
	Прочие пищевые про- дукты, напитки и та- бак																
	Химические вещества																
	Прочие готовые изде- лия																
	Транспорт																
	Железнодорожный																
	Дорожный																
	Воздушный																
	Распределение, тор- говля и финансы																
	Бытовой сектор																
	Правительственные органы																
	Гостиницы и пр.																
	Прочее																

а/ Охват и основные компоненты указываются, если это необходимо, в отдельной вспомогательной таблице (например, солнечная энергия, ветровая энергия, источники биогаза/прочие отрасли).

Энергетический баланс по возобновляемым источникам энергии

Источники	Дрова	Выращивание рас- тений на топли- во а/	Сельскохозяйст- венные отходы	Древес- ный	Этирт	Биогаз	Солнечная энер- гия	Ветровая гидро- энергия	Электро- энергия	Всего
Поток	Сахарный тростник	Прочие дрова	Раститель- ные	Лист- ные	Уголь		Тепловая (световая)			
Производство первичной энергии										
Движение запасов										
Поставки первичной энергии										
Преобразование										
Производство древесного угля										
Дистилляция										
Ферментация										
Производство газа										
Производство электроэнергии										
Конечное потребление										
энергии										
Сельское хозяйство										
Ирригация										
Дренаж										
Сушка и охлаждение										
Механическая энергия										
Переработка продовольствия										
Ступка										
Нагрев и охлаждение										
Механическая энергия										
Освещение										
Транспорт										
Бытовой сектор										
Приготовление пищи										
Освещение										
Прочее										
Прочее (указать)										
Остальное										

а/ Соответствующие конечные затраты топлива на выращивание и уборку.

## БИБЛИОГРАФИЯ

Методология энергетических балансов

- Chatterjee, M. (1971) "Energy and power for development", Indian Planning Commission (1971).
- Guyol, N.B. (1971) Energy in the perspective of geography. (Englewood, N.J., Prentice Hall Inc.).
- Laading, K.F. (1960) "Methods for establishing overall energy balance sheets". World Power Conference paper.
- Nebbia, G. (1975) "An attempt to find an accounting method: energy". Rassegna Economica (Naples).
- Ramain, P. (1977) Reflexions critiques sur les bilans énergétiques, Institut Economique et Juridique de l'Energie (Grenoble).
- Roberts, W.N.T. and W.A. Hawkins (1977) "Energy balances, some problems and recent developments". United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland, Department of Energy (London).
- IEA/OECD (1979) Proceedings of the Workshop on Energy Data of Developing Countries, vol.I, International Energy Agency/Organization for Economic Co-operation and Development (Paris).
- UNIPED (1976) International Union of Producers and Distributors of Electrical Energy (Paris).

Энергетические эквиваленты и коэффициенты пересчета

- Guyol, N.B. (1977) "Energy interrelationships - A handbook of tables and conversion factors for combining and comparing international energy data" National Energy Information Centre of the Federal Energy Administration (Washington, D.C.).

Энергетический анализ

- |  |  |
|--|--|
| Bullard, C.W. and<br>R.A. Herendeen (1975)                         | "The energy cost of goods and services",<br><u>Energy Policy</u> (December).   |
| Chapman, P.G. Leach<br>and M. Slessor                              | "The energy cost of fuels", <u>Energy Policy</u><br>(September 1974).  |
| Common, M. (1975)  | "The economics of energy analysis<br>reconsidered", <u>Energy Policy</u> (December).   |
| Leach, G. (1975)   | "Net energy analysis - is it any use?",<br><u>Energy Policy</u> (December).  |
| Longva, P. (1977)  | "Energy use in Norway", Central Bureau of<br>Statistics (Oslo, 1977).  |
| Sagaroff, S.W. Frank,<br>K. Schagginer and<br>K. Turetschek (1970) | "Die energetische Struktur der öster-<br>reichischen Volkswirtschaft", Institute<br>of Statistics of the University of<br>Vienna (1970).         |
| Sroczynski, W. and A.<br>Szpilewicz (1977)                         | "Accumulated energy consumption in the<br>production of construction materials and<br>large buildings", World Energy Conference<br>Paper (1977). |
| Webb, M. and D. Pearce<br>(1975)                                   | "The economics of energy analysis",<br><u>Energy Policy</u> (December).  |
| Wright, D.J. (1974)  | "Goods and services - an input/output<br>analysis of energy requirements", <u>Energy<br/>Policy</u> (December 1974).                             |
| Wright, D.J. (1975)  | "The natural resources requirements of<br>commodities", <u>Applied Economics</u> (July).   |
| IFIAS (1974)   | "Energy analysis", Report of workshop<br>No.6, International Federation of Insti-<br>tutes for Advanced Study (Stockholm).                       |
| IFIAS (1975)   | "Energy analysis and economics", Report<br>of workshop No.9, International Federa-<br>tion of Institutes for Advanced Study<br>(Stockholm).      |

Энергетические балансы

- IEA/OECD (1979) "Energy Balances of Developing Countries", International Energy Agency/Organization for Economic Co-operation and Development (Paris).
- OECD (1977) "Energy balances of OECD countries", Organization for Economic Co-operation and Development (Paris).
- SOEC (1976) "Energy statistics yearbook", Statistical Office of the European Communities (Luxembourg).
- United Nations Statistical Office (1977) World Energy Supplies, Statistical papers, series J, No.20 (United Nations publication, Sales No. E.77.XVII.4).

Прочие вопросы

- CBI (1975) "A statistical survey of industrial fuel and energy use", Confederation of British Industry (London).
- Cheshire, J. and C. Buckley (September 1976) "Energy use in UK industry", Energy Policy.
- Darmstadter, J. and others (1971) "Energy in the world economy", Resources for the Future Inc. (Washington, D.C.).
- ECE (1976) "Increased energy economy and efficiency in the ECE region". Economic Commission for Europe (Geneva).
- NEDO (1974 a) "The increased cost of energy - implications for United Kingdom industry", National Economic Development Office (London).
- NEDO (1974 b) "Energy conservation in the UK - achievements, aims and options", National Economic Development Office (London).
- NEDO (1975) "Price propagation in an input/output model - determining the implications of higher energy costs for industrial prices", National Economic Development Office (London).

/...

- |   |  |
|---|--|
| Open University (1972)  | "Energy conversion, power and society".                        |
| Open University (1975)  | "Fundamental concepts in technology: energy".                  |
| Slessor, M. (1978)  | "Energy in the economy".                                       |
| United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland, Department of Energy (1976) | "Energy audits" (London).                                      |
| United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland, Department of Energy (1977) | "Energy audits" (London).                                      |
| United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland, Department of Energy (1978) | "Energy forecasting methodology", Energy paper No.29 (London). |

- - - - -





---

### كيفية الحصول على منشورات الأمم المتحدة

يمكن الحصول على منشورات الأمم المتحدة من المكتبات ودور التوزيع في جميع أنحاء العالم. استعلم منها من المكتبة التي تتعامل معها أو اكتب إلى : الأمم المتحدة، قسم البيع في نيويورك أو في جنيف.

#### 如何购取联合国出版物

联合国出版物在全世界各地的书店和经营处均有发售。请向书店询问或写信到纽约或日内瓦的联合国销售组。

#### HOW TO OBTAIN UNITED NATIONS PUBLICATIONS

United Nations publications may be obtained from bookstores and distributors throughout the world. Consult your bookstore or write to: United Nations, Sales Section, New York or Geneva.

#### COMMENT SE PROCURER LES PUBLICATIONS DES NATIONS UNIES

Les publications des Nations Unies sont en vente dans les librairies et les agences dépositaires du monde entier. Informez-vous auprès de votre libraire ou adressez-vous à : Nations Unies, Section des ventes, New York ou Genève.

#### КАК ПОЛУЧИТЬ ИЗДАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ

Издания Организации Объединенных Наций можно купить в книжных магазинах и агентствах во всех районах мира. Наводите справки об изданиях в вашем книжном магазине или пишите по адресу: Организация Объединенных Наций, Секция по продаже изданий, Нью-Йорк или Женева.

#### COMO CONSEGUIR PUBLICACIONES DE LAS NACIONES UNIDAS

Las publicaciones de las Naciones Unidas están en venta en librerías y casas distribuidoras en todas partes del mundo. Consulte a su librero o diríjase a: Naciones Unidas, Sección de Ventas, Nueva York o Ginebra.

---