

**М.В. Самойлов, В.В. Паневчик, А.Н. Ковалев**

# **ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ**

**Допущено**  
Министерством образования Республики Беларусь  
в качестве учебного пособия  
для студентов экономических специальностей  
высших учебных заведений

**Минск ВГЭУ 2002**

**Рецензенты:**

кафедра процессов и аппаратов химических производств  
Белорусского государственного технологического универ-  
ситета (зав. кафедрой доктор технических наук, профессор  
*В.А. Марков*);

доктор технических наук, профессор *В.И. Русан*;

доктор технических наук, профессор *В.Л. Ганжа*

**Самойлов М.В.**

С17 Основы энергосбережения: Учеб. пособие / М.В. Самой-  
лов, В.В. Паневчик, А.Н. Ковалев. — Мн.: БГЭУ, 2002. —  
198 с.

ISBN 985-426-683-4.

Приведены основные понятия о разновидностях энергии и энергетиче-  
ских ресурсов, охарактеризованы традиционная и нетрадиционная энергетика,  
даны общая характеристика топливно-энергетического комплекса Рес-  
публики Беларусь, прогнозные оценки его развития. Большое внимание уде-  
лено вопросам, связанным с определением резервов и принципов энергосбе-  
режения, его основных технико-экономических показателей, с нормирова-  
нием расхода энергоресурсов, составлением энергобалансов производства,  
проведением энергоаудита на предприятиях, реализацией мероприятий энер-  
гоменеджмента, экономической и тарифной политикой в энергетике, а так-  
же проблемам надежности, качества, стандартизации в отрасли. Рассмотрен  
опыт энергосбережения на примере Беларуси и ряда промышленно развитых  
стран.

Для студентов, аспирантов, магистрантов, преподавателей, специали-  
стов экономического профиля и всех интересующихся проблемами эффекти-  
вного энергоиспользования в различных сферах деятельности.

УДК 620.9  
ББК 31

© Самойлов М.В., Паневчик В.В.,  
Ковалев А.Н., 2002

© Белорусский государственный  
экономический университет, 2002

ISBN 985-426-683-4

# ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. ЭНЕРГИЯ И ЕЕ РОЛЬ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА И ОБЩЕСТВА...	8
1.1. Понятие энергии. Основные виды энергии.....	8
1.2. Энергия в природе, обществе и на производстве.....	11
1.3. Закон сохранения энергии.....	15
1.4. Рост энергопотребления как объективная предпосылка энергосбережения.....	16
1.5. Энергетические ресурсы современного производства.....	18
1.5.1. Первичные энергетические ресурсы.....	18
1.5.2. Вторичные энергоресурсы, источники поступления, пути использования.....	21
2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОВРЕМЕННОГО ЭНЕРГЕТИ- ЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	24
2.1. Традиционная энергетика и ее характеристика.....	25
2.2. Нетрадиционная энергетика и ее характеристика.....	28
2.2.1. Ветроэнергетика.....	30
2.2.2. Гелиоэнергетика.....	33
2.2.3. Биоэнергетика.....	37
2.2.4. Малая гидроэнергетика.....	40
2.2.5. Другие виды нетрадиционной энергетике.....	43
2.2.6. Сверхпроводящие системы передачи электроэнергии... 2.2.7. Нетрадиционная энергетика и строительство.....	47 48
2.3. Перспективы развития мировой энергетике.....	50
3. ЭКОНОМИКА ЭНЕРГЕТИКИ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ.....	57
3.1. Общая характеристика топливно-энергетического комп- лекса Республики Беларусь.....	57
3.2. Надежность в энергетике.....	67
3.3. Качество электрической энергии.....	68
3.4. Производительность труда и ее определение в энергетике	70
3.5. Особенности определения себестоимости в энергетике.....	74
3.6. Экономическая и тарифная политика в энергетике.....	76
3.7. Инвестиционная политика и капиталовложения в энерге- тике.....	80
4. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ — ОСНОВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	83
4.1. Источник энергии — в ее экономии.....	83

4.2. Объективная необходимость энергосбережения и его проблемы.....	86
4.3. Основные резервы и принципы энергосбережения.....	88
4.4. Основные показатели эффективности использования энергии и энергосбережения.....	97
4.5. Стандартизация энергопотребления — база энергосбережения.....	101
4.6. Энергобаланс производства — основа выявления резервов экономии энергоресурсов.....	104
4.6.1. Понятие энергетического баланса предприятия.....	104
4.6.2. Формы учета энергии.....	108
4.6.3. Общие сведения об энергетическом аудите.....	109
4.7. Основы нормирования расхода энергетических ресурсов на производстве. Понятие энергетического менеджмента.....	114
4.7.1. Классификация норм расхода.....	115
4.7.2. Разработка норм расхода энергии.....	118
4.7.3. Понятие энергетического менеджмента.....	120
4.8. Нормативно-законодательная база энергосбережения в Республике Беларусь.....	122
4.9. Общая характеристика программ развития энергетики и энергосбережения Республики Беларусь.....	125
4.9.1. Общая характеристика основных направлений энергетической политики Республики Беларусь.....	125
4.9.2. <u>Общая характеристика республиканской программы "Энергосбережение"</u> .....	130
4.9.3. <u>Международное сотрудничество в сфере развития энергетики и энергосбережения</u> .....	137
4.10. Основные направления энергосбережения.....	140
4.10.1. Основные направления энергосбережения в промышленности.....	142
4.10.2. Основные направления энергосбережения в АПК.....	146
4.10.3. Энергосбережение в жилищно-коммунальном хозяйстве.....	149
4.10.4. Экономия электрической и тепловой энергии в быту.....	157
<b>5. ОРИЕНТИРЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ.....</b>	<b>163</b>
5.1. Прогнозные оценки потребления топливно-энергетических ресурсов.....	163
5.2. Варианты обеспечения Беларуси топливно-энергетическими ресурсами.....	164
5.3. Совершенствование производственной структуры ТЭК Республики Беларусь.....	168

5.4. Совершенствование экономической и тарифной политики в энергетике.....	174
5.5. Мировой опыт энергосбережения.....	180
5.5.1. Законодательный опыт Российской Федерации в области энергосбережения.....	182
5.5.2. Опыт энергосберегающей политики в США.....	185
5.5.3. Энергосбережение в промышленности Японии.....	187
5.5.4. Повышение эффективности использования энергии в промышленности Дании.....	193
<b>ЛИТЕРАТУРА.....</b>	<b>197</b>

## ВВЕДЕНИЕ\*

Энергетика Республики Беларусь, будучи одним из базовых секторов экономики, охватывающая выработку, преобразование и передачу различных видов энергии, в значительной степени зависит от внешних поставок первичных энергетических ресурсов, импортируемых преимущественно из России. Мы тратим на выпуск продукции в среднем в 3—5 раз больше энергии и сырья, чем в промышленно развитых странах. Поэтому повышение эффективности использования топливно-энергетических ресурсов и создание условий для целенаправленного перевода экономики Республики Беларусь на энергосберегающий путь развития является актуальнейшей задачей.

Республиканская программа по энергосбережению определила приоритетные направления развития народного хозяйства Беларуси и наметила комплекс неотложных мероприятий, направленных на энергосбережение.

Подготовка специалистов, имеющих знания в области энергосбережения, — одна из важнейших составляющих проблемы эффективного использования энергетических ресурсов в конкретных отраслях народного хозяйства республики. Поэтому цель предлагаемой работы — формирование у будущих экономистов общего методологического подхода к постановке и решению проблем эффективного использования энергетических ресурсов на основе мирового опыта и государственной политики Республики Беларусь в области энергосбережения.

В пособии рассмотрена роль энергии в жизни общества, даны основные знания по источникам получения энергии, вопросам ее производства как традиционными, так и нетрадиционными способами, перспективам развития мировой энергетики, подробно разобраны вопросы экономики энергетики и энергосбережения, в том числе: основы нормирования расхода энергии на производстве, энергетический менеджмент, аудит, энергетический баланс предприятия. Рассмотрены приоритет-

ные направления энергосбережения в различных отраслях народного хозяйства, программы и мероприятия по эффективному использованию энергетических ресурсов, представлен опыт России и промышленно развитых стран в политике энергосбережения.

Курс “Основы энергосбережения” включен в образовательные стандарты всех специальностей вузов и является базовой дисциплиной для последующего изучения специальных, в том числе и экономических вопросов эффективного использования энергетических ресурсов в конкретных отраслях народного хозяйства.

\*В написании разделов 2.2, 4.9, 5.6 принял участие В.А. Вобрович.

# 1. ЭНЕРГИЯ И ЕЕ РОЛЬ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА И ОБЩЕСТВА

## 1.1. ПОНЯТИЕ ЭНЕРГИИ. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ЭНЕРГИИ

Прежде чем говорить об основных мероприятиях, обеспечивающих энергосбережение, т.е. выяснить, как можно сэкономить энергию, необходимо четко определить, что представляет собой понятие “энергия”?

*Энергия* (греч. — действие, деятельность) — общая количественная мера различных форм движения материи.

Из данного определения вытекает:

- энергия — это нечто, что проявляется лишь при изменении состояния (положения) различных объектов окружающего нас мира;
- энергия — это нечто, способное переходить из одной формы в другую (рис. 1.1);
- энергия характеризуется способностью производить полезную для человека работу;
- энергия — это нечто, что можно объективно определить, количественно измерить.

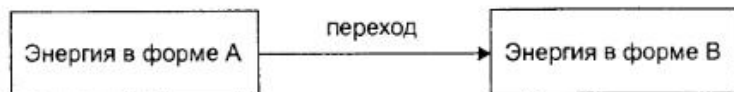


Рис. 1.1. Схема превращения энергии из одного вида в другой

Энергию в естествознании в зависимости от природы делят на следующие виды.

*Механическая энергия* — проявляется при взаимодействии, движении отдельных тел или частиц.

К ней относят энергию движения или вращения тела, энергию деформации при сгибании, растяжении, закручивании,

сжатии упругих тел (пружин). Эта энергия наиболее широко используется в различных машинах — транспортных и технологических.

*Тепловая энергия* — энергия неупорядоченного (хаотического) движения и взаимодействия молекул веществ.

Тепловая энергия, получаемая чаще всего при сжигании различных видов топлива, широко применяется для отопления, проведения многочисленных технологических процессов (нагрева, плавления, сушки, выпаривания, перегонки и т.д.).

Для сопоставления различных видов топлива и суммарного учета его запасов принята единица учета — условное топливо, теплота сгорания которого принята за 29,3 МДж/кг (7000 ккал/кг) (табл. 1.1).

Таблица 1.1. Теплотехнические характеристики нефти и нефтепродуктов

Топливо	Нижшая теплота сгорания, МДж/кг	Жаропроизводительность, $t_{\max}$ , °С
Нефть	41,857	2100
Бензин	43,95	2110
Керосин	43,11	2120
Дизельное топливо	41,857	2120
Мазут	41,02	2130
Нефтяные смолы	37,67	2100
Асфальтены	35,58	2100

*Электрическая энергия* — энергия движущихся по электрической цепи электронов (электрического тока).

Электрическая энергия применяется для получения механической энергии с помощью электродвигателей и осуществления механических процессов обработки материалов: дробления, измельчения, перемешивания; для проведения электрохимических реакций; получения тепловой энергии в электронагревательных устройствах и печах; для непосредственной обработки материалов (электроэрозийная обработка).

*Химическая энергия* — это энергия, “запасенная” в атомах веществ, которая высвобождается или поглощается при химических реакциях между веществами.

Химическая энергия либо выделяется в виде тепловой при проведении экзотермических реакций (например, горении топлива), либо преобразуется в электрическую в гальваничес-

ких элементах и аккумуляторах. Эти источники энергии характеризуются высоким КПД (до 98 %), но низкой емкостью.

*Магнитная энергия* — энергия постоянных магнитов, обладающих большим запасом энергии, но “отдающих” ее весьма неохотно. Однако электрический ток создает вокруг себя протяженные, сильные магнитные поля, поэтому чаще всего говорят об электромагнитной энергии.

Электрическая и магнитная энергии тесно взаимосвязаны друг с другом, каждую из них можно рассматривать как “оборотную” сторону другой.

*Электромагнитная энергия* — это энергия электромагнитных волн, т.е. движущихся электрического и магнитного полей. Она включает видимый свет, инфракрасные, ультрафиолетовые, рентгеновские лучи и радиоволны.

Таким образом, электромагнитная энергия — это энергия излучения. Излучение переносит энергию в форме энергии электромагнитной волны. Когда излучение поглощается, его энергия преобразуется в другие формы, чаще всего в теплоту.

*Ядерная энергия* — энергия, локализованная в ядрах атомов так называемых радиоактивных веществ. Она высвобождается при делении тяжелых ядер (ядерная реакция) или синтезе легких ядер (термоядерная реакция).

Бытует и старое название данного вида энергии — атомная энергия, однако это название неточно отображает сущность явлений, приводящих к высвобождению колоссальных количеств энергии, чаще всего в виде тепловой и механической.

*Гравитационная энергия* — энергия, обусловленная взаимодействием (тяготением) массивных тел, она особенно ощутима в космическом пространстве. В земных условиях, это, например, энергия, “запасенная” телом, поднятым на определенную высоту над поверхностью Земли — энергия силы тяжести.

Таким образом, в зависимости от уровня проявления, можно выделить энергию макромира — гравитационную, энергию взаимодействия тел — механическую, энергию молекулярных взаимодействий — тепловую, энергию атомных взаимодействий — химическую, энергию излучения — электромагнитную, энергию, заключенную в ядрах атомов — ядерную.

Современная наука не исключает существование и других видов энергии, пока не зафиксированных, но не нарушающих единую естественнонаучную картину мира и понятие об энергии.

По большому счету понятие энергии, идея о ней искусственны и созданы специально для того, чтобы быть результатом наших размышлений об окружающем мире. В отличие от мате-

рии, о которой мы можем сказать, что она существует, энергия — это плод мысли человека, его “изобретение”, построенное так, чтобы была возможность описать различные изменения в окружающем мире и в то же время говорить о постоянстве, сохранении чего-то, что было названо энергией, даже если наше представление об энергии будет меняться из года в год.

Единицей измерения энергии является 1 Дж (Джоуль). В то же время для измерения количества теплоты используют “старую” единицу — 1 кал (калория) = 4,18 Дж, для измерения механической энергии используют величину 1 кг·м = 9,8 Дж, электрической энергии — 1 кВт·ч = 3,6 МДж, при этом 1 Дж = 1 Вт·С.

Необходимо отметить, что в естественнонаучной литературе тепловую, химическую и ядерную энергии иногда объединяют понятием *внутренней энергии*, т.е. заключенной внутри вещества.

## 1.2. ЭНЕРГИЯ В ПРИРОДЕ, ОБЩЕСТВЕ И НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Окружающий нас мир обладает поистине неиссякаемым источником различных видов энергии: некоторые из них человечество научилось использовать уже с давних времен (энергия движения воды в реках, энергия ветра, энергия, заключенная в топливе), некоторые еще в полной мере не используются: энергия Солнца, энергия взаимодействия Земли и Луны, энергия термоядерного синтеза, энергия тепла Земли.

Но надо отметить, что основным энергетическим источником жизни на Земле является Солнце (рис. 1.2).

Под действием солнечных лучей хлорофилл растений разлагает углекислоту, поглощаемую из воздуха, на кислород и углерод. Последний накапливается в растениях. Уголь, газ, торф и т.д. — это запасы лучистой энергии Солнца. Энергия воды, ветра — также, в конечном счете, результаты солнечной активности: ветры возникают при неодинаковом нагревании Земли Солнцем, а вода, отдающая потенциальную энергию при падении, получает ее при испарении озер и океанов под действием солнечного света и ветра.

Растительная и животная жизнь образует цикл, который начинается с солнечного света, воды и углекислого газа и заканчивается водой, углекислым газом, теплом и механической энергией животных и человека. Все машины, работающие на нефтепродуктах, угле, ветре, движущейся воде, все живот-

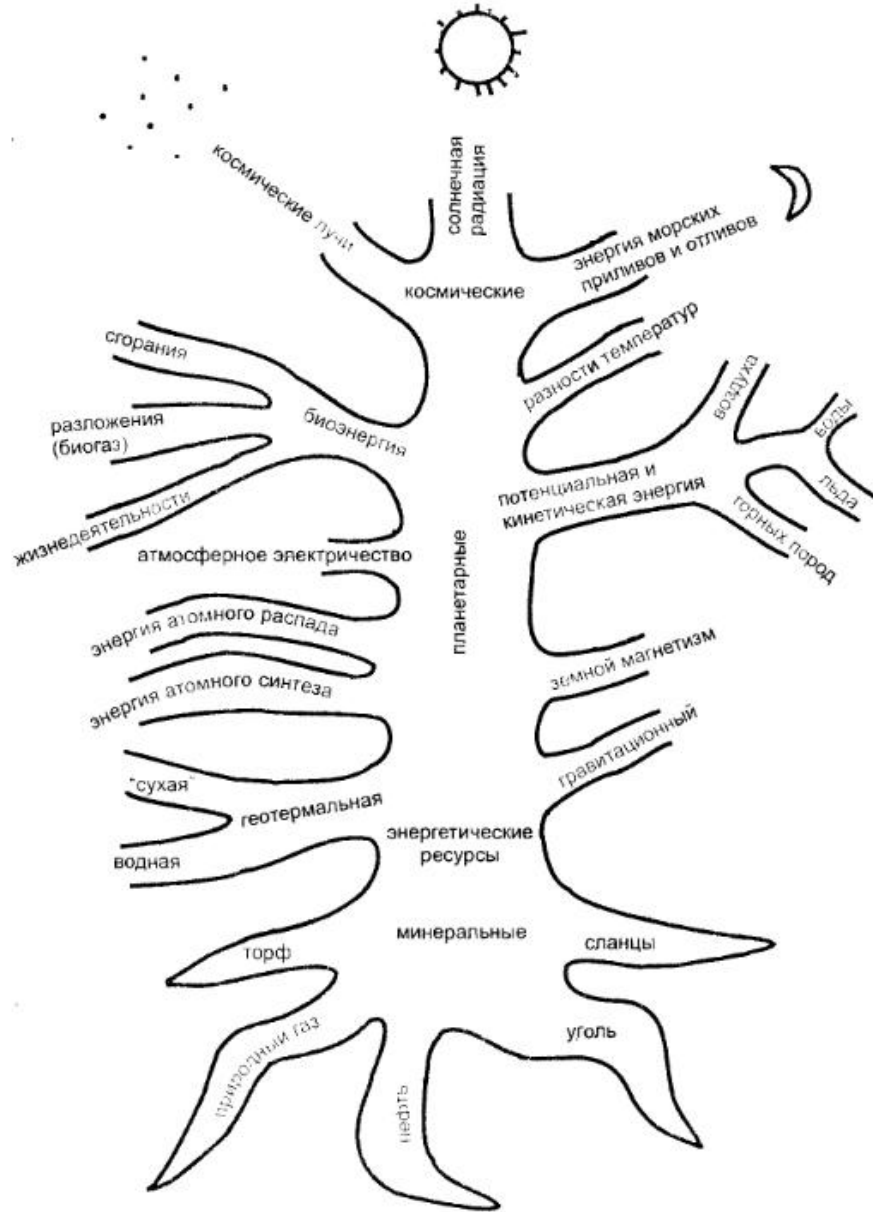


Рис. 1.2. Дерево энергетических ресурсов

ные и человек, потребляющие пищу, в конечном счете, получают свое "топливо" от Солнца.

К сожалению, большинство энергии, потребляемой человеком, превращается в бесполезное тепло из-за низкой эффективности использования имеющихся энергетических ресурсов.

Ориентировочное распределение потребляемой энергии за год в мире приведено в табл. 1.2. Величина энергии дается в количестве угля в мегатоннах (Мт), который при сгорании дал бы ту же энергию, при этом хотелось бы еще раз подчеркнуть приблизительность приведенных данных.

Таблица 1.2. Годовое потребление энергии в мире

Форма энергии	Количество, Мт	Источник
Питание людей и корм рабочего скота	650	Солнечный свет (в настоящем)
Дрова	150	Солнечный свет (в прошлом)
Гидроэлектростанции	100	Движение воды
Уголь, нефть, газ, торф	6600	Солнечный свет (в прошлом)

В то же время на питание людей ежегодно идет около 400 Мт, из которых около 40 Мт превращается в полезный труд.

На бытовые нужды расходуется около 800 Мт, на общественное производство — 1000 Мт.

Таким образом, из годового потребления, составляющего 7500 Мт, полезно используется 2200 Мт, остальное растрачивается в виде теплоты. Но даже эффективностью 2200/7500 Мт человечество не может похвастаться, так как не учтено падающее на Землю солнечное излучение, составляющее 10 000 000 Мт в год.

Энергия сыграла решающую роль в развитии цивилизации. Потребление энергии и накопление информации имеет примерно одинаковый характер изменения во времени, тесна связь между расходом энергии и объемом выпускаемой продукции.

Рост потребления энергии поразительно высок. Но именно благодаря ему человек значительную часть своей жизни может посвятить досугу, образованию, созидательной деятельности, добился теперешней высокой продолжительности жизни.

Мы считаем энергию чем-то нужным, способным работать на нас. Снабжение общества энергией необходимо для: обогрева помещений, обеспечения передвижения, выпуска необхо-

димых нам товаров, поддержания работоспособности различных машин, механизмов, приборов, приготовления пищи, освещения, поддержания жизнедеятельности и т.д.

Эти примеры применения энергии можно разделить на три большие группы:

а) *энергия питания*. Она дороже других видов энергии: пшеница в перерасчете на Джоули гораздо дороже, чем уголь. Питание дает тепло для поддержания температуры тела, энергию для его движения, для осуществления умственного и физического труда;

б) *энергия в виде тепла для обогрева домов и приготовления пищи*. Она дает возможность жить в различных климатических условиях и разнообразить пищевой рацион человека;

в) *энергия для обеспечения функционирования общественного производства*. Это энергия для производства товаров и услуг, физического перемещения людей и грузов в пространстве, для поддержания работоспособности всех систем коммуникаций. Затраты этой энергии на душу населения значительно выше, чем затраты энергии на питание.

Энергия, которая содержится в природных источниках и может быть преобразована в электрическую, тепловую, механическую, химическую, названа *первичной* (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Классификация первичной энергии

К традиционным видам первичной энергии относят: органическое топливо (уголь, нефть и т.д.), гидроэнергию рек и ядерное топливо (уран, торий и др.).

Энергия, полученная после преобразования первичной на специальных установках, называется вторичной.

### 1.3. ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ

При любых обсуждениях вопросов, связанных с использованием энергии, необходимо отличать энергию упорядоченного движения, известную в технике под названием свободной энергии (механическая, химическая, электрическая, электромагнитная, ядерная) и энергию хаотического движения, т.е. теплоту.

Любая из форм свободной энергии может быть практически полностью использована. В то же время хаотическая энергия тепла при превращении в механическую энергию снова теряется в виде тепла. Мы не в силах полностью упорядочить случайное движение молекул, превратив его энергию в свободную. Более того, в настоящее время практически нет способа непосредственного превращения химической и ядерной энергии в электрическую и механическую, как наиболее используемые. Приходится внутреннюю энергию веществ превращать в тепловую, а затем в механическую или электрическую с большими неизбежными тепловыми потерями.

Таким образом, все виды энергии после выполнения ими полезной работы превращаются в теплоту с более низкой температурой, которая практически непригодна для дальнейшего использования.

На первый взгляд, из вышеотмеченного следует — потери энергии неизбежны, энергия куда-то пропадает или она все же просто переходит в другие формы быть может пока неизвестные?

Развитие естествознания на протяжении жизни человечества неопровержимо доказало, какие бы новые виды энергии ни открывались, вскоре обнаруживалось одно великое правило. Сумма всех видов энергии оставалась постоянной, что, в конечном счете, привело к утверждению: *энергия никогда не создается и не уничтожается, она только переходит из одного вида в другой*.

В современной науке и практике эта схема настолько полезна, что способна предсказывать появление новых видов энергии.

Если будет обнаружено изменение энергии, которая не входит в список известных в настоящее время видов энергии, если выяснится, что энергия исчезает или появляется из ничего, то будет сначала “придуман”, а затем найден новый вид энергии, который учтет это отклонение от постоянства энергии, т.е. закона сохранения энергии.

Закон сохранения энергии нашел подтверждение в различных областях — от механики Ньютона до ядерной физики. Причем закон сохранения энергии — это не только плод вооб-



ражения или обобщения экспериментов. Вот почему можно полностью согласиться с утверждением одного из крупнейших физиков-теоретиков Пуанкаре:

“Так как мы не в силах дать общего определения энергии, принцип ее сохранения означает, что существует *нечто*, остающееся постоянным. Поэтому, к каким бы новым представлениям о мире не привели нас будущие эксперименты, мы заранее знаем: в них будет нечто остающееся постоянным, что можно назвать ЭНЕРГИЕЙ”.

Заметим, что, учитывая вышеизложенное, терминологически правильно было бы говорить не “энергосбережение”, так как “сберечь” энергию невозможно, а “эффективное энергоиспользование”.

#### 1.4. РОСТ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ КАК ОБЪЕКТИВНАЯ ПРЕДПОСЫЛКА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Качество нашей жизни непосредственно зависит от потребления энергии. С ходом исторического развития при получении из природных систем все новых видов полезной продукции на ее единицу в среднем затрачивается все больше энергии (происходит снижение энергетической эффективности природопользования).

Наблюдается увеличение энергетических расходов на одного человека. Так, расход энергии на одного человека (в кДж/сут.) в каменном веке был порядка 17 тыс., в аграрном обществе — 50 тыс., в индустриальную эпоху — 293 тыс., а в передовых развитых странах настоящего времени — 960—1050 тыс., т.е. в 58—62 раза больше, чем у наших далеких предков.

С начала нашего века количество энергии, затрачиваемое на единицу сельскохозяйственной продукции, в развитых странах мира возросло в 8—10 раз, на единицу промышленной продукции в 10—12 раз.

Общая энергетическая эффективность сельскохозяйственного производства (соотношение вкладываемой и получаемой с готовой продукцией энергии) в промышленно развитых странах в 30 раз ниже, чем при примитивном земледелии. В ряде случаев увеличение затрат энергии на удобрения и обработку полей в десятки раз приводит лишь к незначительному (на 10—15 %) повышению урожайности. Это связано с необходимостью параллельно с улучшением агротехники учитывать общую экологическую обстановку, налагаемые ею ограничения.

В начале 80-х гг. удельные затраты энергии на производство единицы валового национального продукта (ВНП) в ходе

решительных мер по экономии энергии в промышленно развитых странах сократились на 15 %. В течение последующего десятилетия ВНП возрос тут на 20 %, а потребление энергии — лишь на 2 % (это стало возможным в результате устранения неоправданных потерь энергии). Однако в то же время в развивающихся странах расход энергии увеличился на 24 % и составил 10 % от общемирового (против 5 % в начале периода), т.е. имел тенденцию к быстрому росту. Несмотря на ожидаемое снижение потребления энергии на одну денежную единицу ВНП в килограммах условного топлива, общее увеличение ВНП и абсолютно необходимое возрастание валового национального дохода в развивающихся странах приводят к дальнейшему росту энергопотребления.

Как указывает Герберт Инхабер (Herbert Inhaber), научный исследователь из штата Южная Каролина (США), автор книги “Почему не удается сократить потребление энергоносителей” (Why Energy Conservation Fails, Quorum Books, 1997): “Энергосбережение посредством повышения эффективности потребления на самом деле приводит к его росту, а не к сокращению. Поскольку для отдельного вида деятельности требуется меньше топлива, высвободившиеся ресурсы используются в других целях. Как результат — возросшая экономическая активность и увеличившийся объем потребления энергоносителей”.

В качестве примера из реальной жизни Инхабер приводит опыт Дании, когда, в конце 1970-х гг. правительство Дании ввело строгие стандарты на эффективность бытовых приборов, потребление электроэнергии этими приборами существенно сократилось (более, чем на 30 %), отчасти потому, что некоторые бытовые приборы стали более экономичными, и, следовательно, их эксплуатация обходилась дешевле, но при этом увеличились продажи других бытовых приборов. Общий результат: совокупное внутреннее потребление электроэнергии в Дании возросло на 20 %.

Однако рассматриваемая проблема снижения энергетической эффективности имеет весьма важное практическое следствие: рост энергетических затрат не может продолжаться бесконечно. Значит можно рассчитать вероятный момент неизбежного перехода на новые, энергосберегающие технологии промышленного и сельскохозяйственного производства, избегав тем самым теплового и экологического кризисов.

Для промышленности, быта, нормальной жизнедеятельности человека, а главное для дальнейшего развития мировой цивилизации энергетика необходима как воздух. Для всего мирового сообщества энергетическая проблема стоит очень остро. Дело не ограничивается размером запасов угля,

нефти и газа и растущими расходами на их добычу, переработку и использование. С каждым годом обостряются экологические проблемы. Нынешнее время характеризуется пересмотром политики в области энергетики. На страницах газет и журналов ведется полемика о приоритетах ее развития. Важно помнить, что энергетика — система инерционная, и реформы в ней следует готовить загодя. Попробуем на основе имеющегося материала оценить возможные пути развития энергетики и основную стратегию этого развития. Задача эта потребует рассмотрения многих вопросов, ибо нет в современном обществе сферы, которая хотя бы косвенно не была бы связана с энергетикой.

## 1.5. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Энергетическим ресурсом называют любой источник энергии, естественный или искусственно активированный. *Энергетические ресурсы* — носители энергии, которые используются в настоящее время или могут быть полезно использованы в перспективе. Основу классификации энергоресурсов составляет их деление по источникам получения на первичные, природные (геологические) и вторичные (побочные).

### 1.5.1. Первичные энергетические ресурсы

По способам использования первичные энергетические ресурсы подразделяют на топливные и нетопливные; по признаку сохранения запасов — на возобновляемые и невозобновляемые; ископаемые (в земной коре) и неископаемые. В современном природопользовании энергетические ресурсы классифицируют на три группы — участвующие в постоянном обороте и потоке энергии (солнечная, космическая энергия и т.д.), депонированные энергетические ресурсы (нефть, газ и т.д.) и искусственно активированные источники энергии (атомная и термоядерная энергии).

В связи с этим выделяют добавляющие и недобавляющие энергии в биосферу Земли, по сравнению с естественным притоком энергии к планете. Добавляющие виды имеют существенные термодинамические ограничения, пренебрежение которыми может привести к неблагоприятным изменениям климата, вредному потеплению и т.д. Недобавляющие виды значительно безопаснее (хотя и не устраняется местная концентрация энергии).

В экономике природопользования различают валовой, технический и экономический энергетические ресурсы.

*Валовой (теоретический) ресурс* представляет суммарную энергию, заключенную в данном виде энергоресурса.

*Технический ресурс* — это энергия, которая может быть получена из данного вида энергоресурса при существующем развитии науки и техники. Он составляет от доли процента до десятка процентов от валового, но постоянно увеличивается по мере усовершенствования энергетического оборудования и освоения новых технологий.

*Экономический ресурс* — энергия, получение которой из данного вида ресурса экономически выгодно при существующем соотношении цен на оборудование, материалы и рабочую силу. Он составляет некоторую долю от технического и тоже увеличивается по мере развития энергетики.



Рис. 1.4. Доля различных видов энергетических ресурсов в общемировой выработке первичной энергии (1998 г.), %

Энергетические ресурсы принято характеризовать числом лет, в течение которых данного ресурса хватит для производства энергии на современном качественном уровне. Из доклада комиссии Мирового энергетического совета (1994 г.) при современном уровне потребления запасов угля хватит на 250 лет, газа — на 60 лет, нефти — на 40 лет. При этом по данным Международного института прикладного системного анализа, мировой спрос на энергоносители вырастет с 9,2 млрд т в пересчете на нефть (конец 1990-х гг.) до 14,2—24,8 млрд т в 2050 году.

Доля различных видов энергетических ресурсов в общемировой выработке первичной энергии на начало 90-х годов представлена на рис. 1.4.

Мировые запасы энергетических ресурсов по состоянию на конец XX века представлены в табл. 1.3.

Таблица 1.3. Мировые запасы энергетических ресурсов, млрд т условного топлива

Источники энергии	Энергетические ресурсы	
	теоретические	технические
<b>I. Невозобновляемые</b>		
<b>1. Энергия горючих ископаемых:</b>		
уголь	17 900	637
нефть	1290	179
газ	398	89,6
<b>2. Атомная энергия</b>	<b>67 200</b>	<b>1340</b>
<b>II. Возобновляемые</b>		
<b>1. Энергия Солнца:</b>		
на верхней границе атмосферы	197 000	
на поверхности Земли	81 700	6140
по поверхности суши	28 400	2460
на поверхности Мирового океана	53 300	3690
<b>2. Энергия ветра</b>	<b>21 300</b>	<b>22</b>
<b>3. Глубинное тепло Земли (до 10 км):</b>		
геотермальный тепловой поток, достигающий поверхности Земли	3,69	0,35
гидротермальные ресурсы	1350	147
метрогеотермальные ресурсы	36 900	3070
<b>4. Энергия Мирового океана:</b>		
градиента солености	43 000	430
тепловая (температурная градиента)	12,3	0,61
течений	8,6	0,12
приливов	3,2	0,86
прибоя	1	0,02
морских ветровых волн	2,7	0,1
<b>5. Горючие энергоресурсы (биомасса):</b>		
на суше	44,2	4,9
в Мировом океане	23,3	1,84
органические отходы	2,5	1,23
<b>6. Гидроэнергия</b>		
крупных водотоков	4,1	1,84

## 1.5.2. Вторичные энергоресурсы, источники поступления, пути использования

Любой технологический процесс требует определенного расхода топлива, электрической и тепловой энергии; в результате химических реакций, механических воздействий горючие газы, теплоносители, газы и жидкости с избыточным давлением выделяют тепло. Эти энергетические ресурсы, как правило, используются не в полном объеме или не используются вовсе. Неиспользуемые в данном технологическом процессе или установке энергетические отходы получили название вторичных энергетических ресурсов (ВЭР).

Долгое время использованию вторичных энергоресурсов не уделялось достаточного внимания, не была в полной мере раскрыта их сущность, отсутствовали методики расчетов ВЭР.

*Вторичными энергетическими ресурсами* являются энергетический потенциал продукции, отходов, побочных и промежуточных продуктов, образующихся в технологических агрегатах (установках), которые не могут быть использованы в самом агрегате, но могут частично или полностью использоваться для энергоснабжения других потребителей.

Термин "энергетический потенциал" означает наличие определенного запаса энергии в виде химически связанного тепла, физического тепла, потенциальной энергии избыточного давления и напора, кинетической энергии и др.

Химически связанное тепло продуктов топливоперерабатывающих установок (нефтеперерабатывающих, газогенераторных, коксовальных, углеобогащительных и др.), а также тепловая энергия отходов, которая используется для подогрева потоков, поступающих в агрегат-источник ВЭР (регенерация, рекуперация), не относятся к вторичным энергетическим ресурсам.

*Выход вторичных энергетических ресурсов* — это количество вторичных энергоресурсов, которые образовались в данной установке за определенную единицу времени и годны к использованию в данный период времени.

Выработкой за счет вторичных энергетических ресурсов называется количество тепла, холода, электроэнергии, полученное за счет ВЭР в утилизационной установке. Выработки за счет ВЭР подразделяются на: *возможную выработку*, т.е. максимальное количество энергии, которое можно получить при работе установки; *экономически целесообразную выработку*, т.е. выработку с учетом ряда экономических факторов (себестоимость, затраты труда и т.д.); *планируемую выработку* — количество энергии, которую предполагается получить в опре-

деленный период при вводе вновь или модернизации имеющихся утилизационных установок; *фактическую выработку* — энергию, реально полученную за отчетный период.

Использование вторичных энергетических ресурсов — это использованное количество ВЭР данного агрегата в других установках и системах. Использование вторичных энергоресурсов потребителем может осуществляться непосредственно без изменения вида энергоносителя или за счет преобразования его в другие виды энергии, или выработки тепла, холода, механической работы в утилизационных установках.

*Тепловые ВЭР* — это физическое тепло отходящих газов, основной и побочной продукции, тепло золы и шлаков, горячей воды и пара, отработавших в технологических установках, тепло рабочих тел систем охлаждения технологических установок.

*Горючие ВЭР* — горючие газы и отходы, которые могут быть применены непосредственно в виде топлива в других установках и непригодные в дальнейшем в данной технологии: отходы деревообрабатывающих производств (щепа, опилки, обрезки, стружки), горючие элементы конструкций зданий и сооружений, демонтированных из-за непригодности для дальнейшего использования по назначению, щелок целлюлозно-бумажного производства и другие твердые и жидкие топливные отходы.

К *вторичным энергетическим ресурсам избыточного давления* относится потенциальная энергия газов, воды, пара, покидающих установку с повышенным давлением, которая может быть еще использована перед выбросом в атмосферу, водоемы, емкости или другие приемники.

Избыточная кинетическая энергия также относится к вторичным энергоресурсам избыточного давления.

Основными направлениями использования вторичных энергетических ресурсов являются: *топливное* — когда они используются непосредственно в качестве топлива; *тепловое* — когда они используются непосредственно в качестве тепла или для выработки тепла в утилизационных установках; *силовое* — когда они используются в виде электрической или механической энергии, полученной в утилизационных установках; *комбинированное* — когда они используются как электрическая (механическая) энергия и тепло, полученные одновременно в утилизационных установках за счет ВЭР.

Значительное количество горючих ВЭР используется непосредственно в виде топлива, такое же непосредственное применение нашли и тепловые ВЭР, например, горячая вода системы охлаждения для отопления и др.

Необходимо отметить, что изменение схем топливо- и теплопотребления, когда использование энергоресурсов внутри технологических агрегатов улучшилось, а выход вторичных энергоресурсов сократился, не является использованием ВЭР. Такие преобразования схем только усовершенствовали технологический процесс данной установки (агрегата).

При правильном использовании вторичных тепловых энергетических ресурсов, образовавшихся в виде тепла отходящих газов технологических агрегатов, тепла основной и побочной продукции, достигается значительная экономия топлива. Проведенными расчетами установлено, что стоимость теплоэнергии, полученной в утилизационных установках, ниже затрат на выработку такого же количества теплоэнергии в обычных энергоустановках.

Выявление выхода и учета возможного использования вторичных энергоресурсов — одна из задач, которую необходимо решать на всех предприятиях и особенно предприятиях с большим расходом топлива, тепловой и электрической энергии.

Использование вторичных энергетических ресурсов не ограничивается лишь энергетическим эффектом — это и охрана окружающей среды, в том числе воздушного бассейна, уменьшение количества выбросов вредных веществ. Некоторые из этих выбросов могут давать дополнительную продукцию, например, сернистый ангидрид, выбрасываемый с отходящими газами, можно улавливать и направлять на выпуск серной кислоты.

Считается целесообразным, если при реконструкции или расширении действующих, а также при проектировании новых предприятий будет предусматриваться разработка мероприятий по использованию ВЭР с обоснованием их экономической эффективности. Отказ потребителей от использования вторичных энергетических ресурсов как на действующих, так и проектируемых предприятиях может быть обоснован только расчетом, подтверждающим экономическую неэффективность или техническую невозможность использования ВЭР.

## 2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОВРЕМЕННОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Энергетика* — область общественного производства, охватывающая энергетические ресурсы, выработку, преобразование, передачу и использование различных видов энергии. Энергетика каждого государства функционирует в рамках созданных соответствующих энергосистем.

*Энергосистемы* — совокупность энергетических ресурсов всех видов, методов и средств их получения, преобразования, распределения и использования, обеспечивающих снабжение потребителей всеми видами энергии.

В энергосистемы входят:

- электроэнергетическая система;
- система нефте- и газоснабжения;
- система угольной промышленности;
- ядерная энергетика;
- нетрадиционная энергетика.

Из всех вышеперечисленных в Республике Беларусь наиболее представлена электроэнергетическая система.

*Электроэнергетическая система* — объединение электростанций, связанных линиями электрической передачи (ЛЭП) и совместно питающих потребителей электроэнергией.

Энергетика — одна из форм природопользования. В перспективе, с точки зрения технологии, технически возможный объем получаемой энергии практически неограничен, однако энергетика имеет существенные ограничения по термодинамическим (тепловым) лимитам биосферы. Размеры этих ограничений видимо близки к количеству энергии, усваиваемой живыми организмами биосферы в совокупности с другими энергетическими процессами, идущими на поверхности Земли. Увеличение этих количеств энергии, вероятно, катастрофично или, во всяком случае, кризисно отразится на биосфере.

Наиболее часто в современной энергетике выделяют традиционную и нетрадиционную энергетика (рис. 2.1).

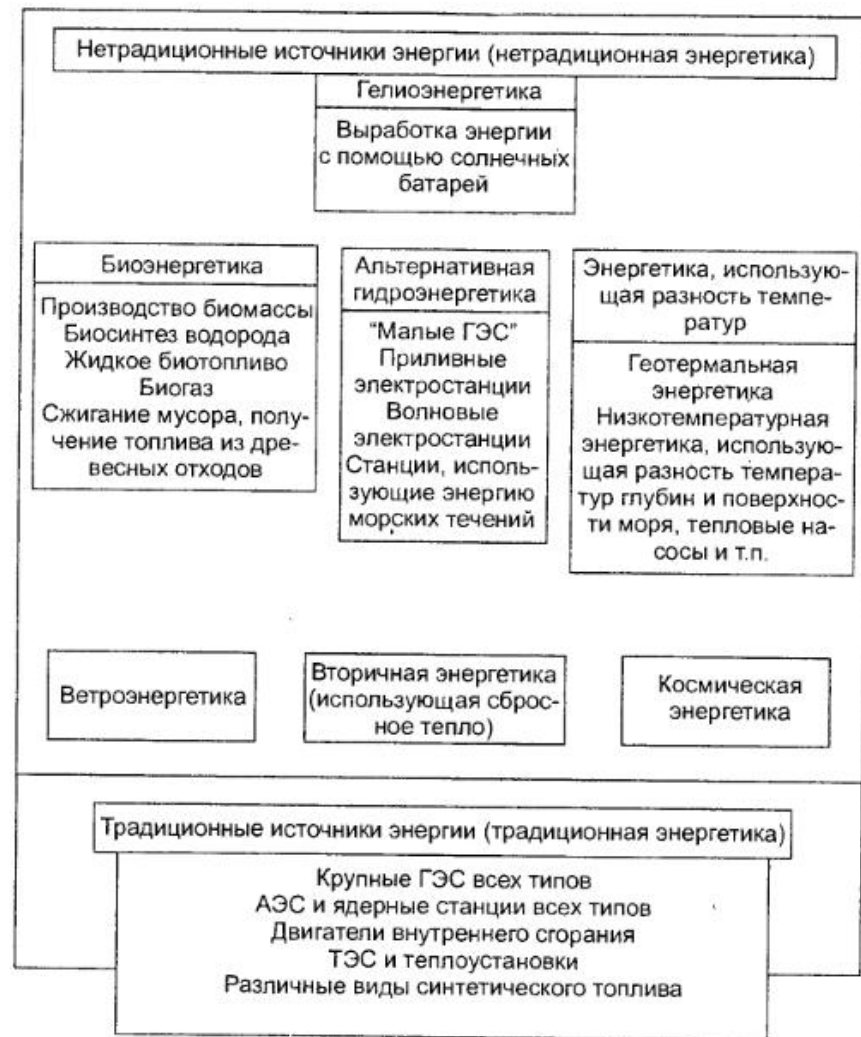


Рис. 2.1. Нетрадиционная и традиционная энергетика

### 2.1. ТРАДИЦИОННАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ЕЕ ХАРАКТЕРИСТИКА

Традиционную энергетика главным образом разделяют на электроэнергетика и теплоэнергетика.

Наиболее удобный вид энергии — электрическая, которая может считаться основой цивилизации. Преобразование пер-

вичной энергии в электрическую производится на электростанциях: ТЭС, ГЭС, АЭС.

Примерно 70 % электроэнергии вырабатывают на ТЭС. Они делятся на конденсационные тепловые электростанции (КЭС), вырабатывающие только электроэнергию, и теплоэлектростанции (ТЭЦ), которые производят электроэнергию и тепло.

Основное оборудование ТЭС — котел-парогенератор ПГ, турбина Т, генератор Г, конденсатор пара К, циркуляционный насос Н (рис. 2.2).

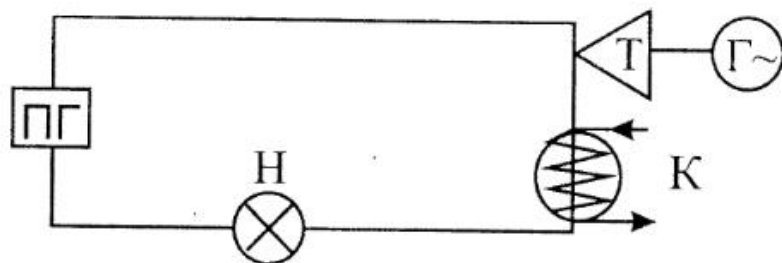


Рис. 2.2. Принципиальная схема тепловой электростанции:  
ПГ — парогенератор; Т — турбина; Г — генератор;  
Н — циркуляционный насос; К — конденсатор

В котле парогенератора ПГ при сжигании топлива выделяется тепловая энергия, которая преобразуется в энергию водяного пара. В турбине Т энергия водяного пара превращается в механическую энергию вращения. Генератор Г превращает механическую энергию вращения в электрическую. Схема ТЭЦ отличается тем, что по ней, помимо электрической энергии, вырабатывается и тепловая путем отвода части пара и нагрева с его помощью воды, подаваемой в тепловые магистрали.

Есть ТЭС с газотурбинными установками. Рабочее тело в них — газ с воздухом. Газ выделяется при сгорании органического топлива и смешивается с нагретым воздухом. Газовоздушная смесь при 750—770 °С подается в турбину, которая вращает генератор. ТЭС с газотурбинными установками более маневренна, легко пускается, останавливается, регулируется. Но их мощность в 5—8 раз меньше паровых.

Процесс производства электроэнергии на ТЭС можно разделить на три цикла: химический — процесс горения, в результате которого теплота передается пару; механический — тепловая энергия пара превращается в энергию вращения; электрический — механическая энергия превращается в электрическую.

Общий КПД ТЭС состоит из произведения КПД ( $\eta$ ) циклов:

$$\eta_{\text{ТЭС}} = \eta_{\text{х}} \cdot \eta_{\text{м}} \cdot \eta_{\text{э}},$$

$$\eta_{\text{х}} \approx \eta_{\text{э}} \approx 90 \%.$$

КПД идеального механического цикла определяется так называемым циклом Карно:

$$\eta_{\text{м}} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100 \%,$$

где  $T_1$  и  $T_2$  — температура пара на входе и выходе паровой турбины. На современных ТЭС  $T_1 = 550$  °С (823 °К),  $T_2 = 23$  °С (296 °К).

$$\eta_{\text{м}} = \frac{823 - 296}{823} \cdot 100 \% = 63 \%.$$

$$\eta_{\text{ТЭС}} = 0,9 \cdot 0,63 \cdot 0,9 = 0,5 \%.$$

Практически с учетом потерь  $\eta_{\text{ТЭС}} = 36—39$  %. Из-за более полного использования тепловой энергии КПД ТЭЦ = 60—65 %.

Атомная электростанция отличается от ТЭС тем, что котел заменен ядерным реактором. Теплота ядерной реакции используется для получения пара (рис. 2.3).

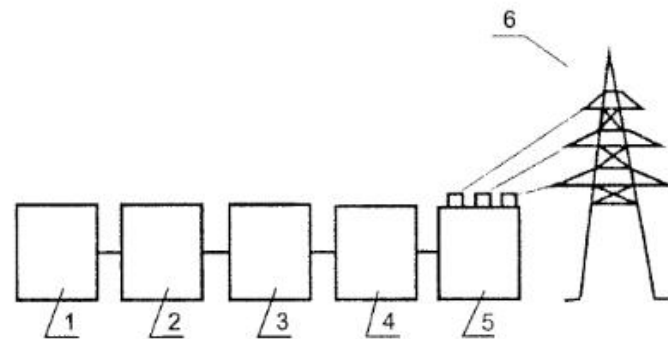


Рис. 2.3. Принципиальная схема атомной электростанции:  
1 — реактор; 2 — парогенератор; 3 — турбина; 4 — генератор;  
5 — трансформатор; 6 — электролинии

Первичной энергией на АЭС является внутренняя ядерная энергия, которая при делении ядра выделяется в виде колоссальной кинетической энергии, которая, в свою очередь, пре-

вращается в тепловую. Установка, где идут эти превращения, называется реактором.

Через активную зону реактора проходит вещество теплоноситель, которое служит для отвода тепла (вода, инертные газы и т.д.). Теплоноситель уносит тепло в парогенератор, отдавая его воде. Образующийся водяной пар поступает в турбину. Регулирование мощности реактора производится с помощью специальных стержней. Они вводятся в активную зону и изменяют поток нейтронов, а значит, и интенсивность ядерной реакции.

Природное ядерное горючее атомной электрической станции — уран. Для биологической защиты от радиации используется слой бетона в несколько метров толщиной.

При сжигании 1 кг каменного угля можно получить 8 кВт·ч электроэнергии, а при расходе 1 кг ядерного топлива вырабатывается 23 млн кВт·ч электроэнергии.

Более 2000 лет человечество использует водную энергию Земли. Теперь энергия воды используется на гидроэнергетических установках (ГЭУ) трех видов: 1) гидравлические электростанции (ГЭС); 2) приливные электростанции (ПЭС), использующие энергию приливов и отливов морей и океанов; 3) гидроаккумулирующие станции (ГАЭС), накапливающие и использующие энергию водоемов и озер.

Гидроэнергетические ресурсы в турбине ГЭУ преобразуются в механическую энергию, которая в генераторе превращается в электрическую.

Таким образом, основными источниками энергии являются твердое топливо, нефть, газ, вода, энергия распада ядер урана и других радиоактивных веществ.

## 2.2. НЕТРАДИЦИОННАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ЕЕ ХАРАКТЕРИСТИКА

Главным фактором роста энергопроизводства является рост численности населения и прогресс качества жизни общества, который тесно связан с потреблением энергии на душу населения. Сейчас на каждого жителя Земли приходится 2 кВт, а признанная норма качества — 10 кВт (в развитых странах). Если все население Земли рано или поздно должно иметь душевое потребление 10 кВт, то с учетом теплового барьера численность населения не должна превышать 10 млрд чел. Таким образом, развитие энергетики на невозобновляемых ресурсах ставит жесткий предел численности населения планеты. Однако уже через 75 лет население Земли может достигнуть

20 млрд чел. Отсюда видно: уже сейчас надо думать о сокращении темпов прироста населения примерно вдвое, к чему цивилизация совсем не готова. Очевиден надвигающийся энергодемографический кризис. Это еще один веский аргумент в пользу развития нетрадиционной энергетики.

Многие специалисты энергетики считают, что единственный способ преодоления кризиса — это масштабное использование возобновляемых источников энергии: солнечной, ветровой, океанической, или как их еще называют нетрадиционных. Правда, ветряные и водяные мельницы известны с незапамятных времен, и в этом смысле они — самые, что ни есть традиционные. В наши дни поворот к использованию энергии ветра, солнца, воды происходит на новом более высоком уровне развития науки и техники.

К 2010 году страны Европейского союза (ЕС) планируют увеличить использование нетрадиционных источников энергии до 8 % в общем объеме энергопотребления. По оценкам специалистов института Белэнергосетьпроект в Республике Беларусь теоретически от нетрадиционных источников энергии можно получить до 60 % от общего объема энергопотребления; техническая возможность ограничивается 20 %, а экономически целесообразно использовать 5—8 % в период до 2010 года.

Удельные мощности нетрадиционных возобновляемых источников энергии (НВИЭ) для сопоставления и сравнения с традиционными источниками представлены в табл. 2.1.

Таблица 2.1. Удельные мощности нетрадиционных возобновляемых источников энергии

Источник	Мощность, Вт/м <sup>2</sup>	Примечание
Солнце	100—250	
Ветер	1500—5000	При скорости 8—12 м/с, может быть и больше в зависимости от скорости ветра
Геотермальное тепло	0,06	
Ветровые океанические волны	3000 Вт/пог.м	Может достигать 10 000 Вт/пог.м
Для сравнения:		
двигатель внутреннего сгорания	Около 100 кВт/л	
турбореактивный двигатель	До 1 МВт/л	
ядерный реактор	До 1 МВт/л	

Говоря о НВИЭ, необходимо также отметить, что многие из них на единицу произведенной электроэнергии и обеспечение функционирования требуют расхода природных источников энергии (табл. 2.2).

Таблица 2.2. Энергетические потребности для производства электроэнергии при использовании возобновляемых источников

Тип энергетической установки	Расход энергии природного источника на единицу произведенной электроэнергии, отн.ед.
Установка на биомассе	0,82—1,13
ГеоТЭС	0,08—0,37
ГЭС малой мощности.	0,03—0,12
большой мощности	0,09—0,39
Солнечная фотоэлектрическая установка:	
наземная	0,47
спутниковая	0,11—0,48
Солнечная теплоустановка (зеркала)	0,15—0,24
Приливная станция	0,07
Ветроэнергетическая установка	0,06—1,92
Волновая станция	0,3—0,58

### 2.2.1. Ветроэнергетика

*Ветровая энергетика* — это получение механической энергии от ветра с последующим преобразованием ее в электрическую. Имеются ветровые двигатели с вертикальной и горизонтальной осью вращения. Энергию ветра можно успешно использовать при скорости более 5 м/с. Недостатком является шум.

Ориентиром в определении технического потенциала Республики Беларусь могут служить официальные оценки возможной доли ветроэнергетики в сложившейся структуре энергопотребления таких стран, как Великобритания и Германия. Доля ветроэнергетики в этих странах оценена в 20 %.

Потенциал энергии ветра в мире огромен. Теоретически эта энергия могла бы удовлетворить все потребности Европы. Последние инженерные успехи в строительстве ветровых генераторов, способных работать при низких скоростях, делают использование ветра экономически оправданным. Однако ограничения на строительство ВЭС, особенно в густонаселенных

районах, значительно снижают потенциал этого источника энергии.

Наибольшая доля (до 3 %) в производстве электроэнергии ВЭС получена в 1993 г. в Дании, где ветровые турбины рассеяны по всей стране. Строительство современных ВЭС началось здесь в конце 70-х годов. А в начале 80-х в штате Калифорния (США) наблюдался особенно интенсивный рост ВЭС. Принятие здесь закона о налоговых льготах на инвестиции в возобновляемые источники энергии в дополнение к федеральным налоговым льготам создало благоприятную обстановку. В результате Калифорния превратилась в мирового лидера по производству электроэнергии из ветра. США могут потерять это лидерство, так как в ЕС поставили цель вырабатывать в 2005 г. 8 тыс. МВт ветровой электроэнергии, что составляет 1 % потребности ЕС в электроэнергии. Дания, Германия и Нидерланды должны довести к этому времени выработку электроэнергии из ветра по крайней мере до 5000 МВт.

Стоимость ветровой энергии снижается на 15 % в год и даже сегодня может конкурировать на рынке, а главное — имеет перспективы дальнейшего снижения в отличие от стоимости энергии, получаемой на АЭС (последняя повышается на 5 % в год); при этом темпы роста ветроэнергетики в настоящее время превышают 25 % в год. Использование энергии ветра в различных государствах набирает силу, что находит подтверждение в табл. 2.3.

Таблица 2.3. Развитие ветроэнергетики в странах мира

Государство	Мощности ветроэлектростанций, введенных в 1995 г., МВт	Суммарные действующие мощности ветроэлектростанций по состоянию на 1996 г., МВт
Германия	500	1132
Индия	375	576
Дания	98	637
Нидерланды	95	219
Испания	58	133
США	53	1654
Швеция	29	69
Китай	14	44
Италия	11	33
Другие	57	370
Всего	1289	4897



Опыт освоения энергии ветра в развитых государствах показывает, что наиболее оптимальными являются ветроустановки мощностью более 100 кВт, особенно в диапазоне 200—500 кВт. При этом в Дании, например, стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, произведенной на ветроэлектростанции, дешевле, чем на теплоэлектростанции.

Хотя средняя скорость ветра в Республике Беларусь считается недостаточной для массового развития ветроэнергетики, у нас существуют сотни отдельных мест и территорий, на которых можно устанавливать современные ветроустановки.

По оценкам комитета экономики ТЭК и химпрома Минэкономики Республики Беларусь потенциал ветровой энергии в Беларуси составляет 150 МВт. Однако средняя скорость ветра в нашей стране — 4,1 м/с (в Голландии — до 15 м/с). Кроме того, энергия ветра — величина непостоянная, помимо ветряков, необходимо ставить резервные мощности по производству электроэнергии. В настоящее время кадастр ветроэнергетических площадок включает 800 позиций на территории Республики Беларусь.

Например, в Гродненской области вблизи деревень Богуши Сморгонского, Житрополь Новогрудского и Дебеси Островецкого районов, где скорость ветра колеблется от 3 до 4,7 метров в секунду, запланировано строительство ветроэнергетических установок (ВЭУ). Под Минском уже установлена и работает ВЭУ мощностью 100 кВт. Роторная ветроэнергетическая установка по использованию энергетического потенциала ветра на сегодняшний день пока является нетрадиционным источником энергии, своего рода ноу-хау в области энергосбережения. По своим техническим характеристикам она не имеет аналогов в мире. Установка способна работать при скорости ветра 3 метра в секунду, что характерно для континентального климата Беларуси. Как сообщили создатели проекта — руководители ООО «Аэрола», в ближайшие два года в республике можно будет разместить 1840 площадок для ветроэнергетических установок. А их дальнейшее внедрение позволит Беларуси пятую часть энергии получать с помощью ветра. Есть готовые проекты ВЭУ на 10, 20, 50 и 300 кВт, разработанные Белорусским государственным научно-исследовательским Теплоэнергетическим институтом (БелТЭИ).

Расчеты, выполненные специалистами НАН РБ, НПО «Ветроэн», НИИ Белэнергосетьпроект показали, что энергия ветра может позволить ежегодно производить 6,5—7,0 млрд кВт·ч электрической энергии, что эквивалентно использованию около 2 млн т у.т. в год.

Однако следует учитывать, что ветроагрегаты используют не весь потенциал энергии ветра, поэтому при внедрении важ-

но определить количественные показатели ВЭУ по степени утилизации ветроэнергоресурсов.

Уже сейчас экономически целесообразна установка ВЭУ на Минской возвышенности, в Верхнедвинской зоне, возле Солигорска, озера Нарочь.

## 2.2.2. Гелиоэнергетика

*Гелиоэнергетика* — получение энергии от Солнца. Имеется несколько технологий солнечной энергетики. Фотоэлектродгенераторы для прямого преобразования энергии излучения Солнца, собранные из большого числа последовательно и параллельно соединенных элементов, получили название *солнечных батарей*.

Получение электроэнергии от лучей Солнца не дает вредных выбросов в атмосферу, производство стандартных кремниевых солнечных батарей также причиняет мало вреда. Но производство в широких масштабах многослойных элементов с использованием таких экзотических материалов, как арсенид галлия или сульфид кадмия, сопровождается вредными выбросами.

Солнечные батареи занимают много места. Однако в сравнении с другими источниками, например с углем, они вполне приемлемы. Более того, солнечные батареи могут помещаться на крышах домов, вдоль шоссе дорог, а также использоваться в богатых солнцем пустынях.

Особенности солнечных батарей позволяют располагать их на значительном расстоянии, а модульные конструкции можно легко транспортировать и устанавливать в другом месте. Поэтому солнечные батареи, применяемые в сельской местности и в отдаленных районах, дают более дешевую электроэнергию. И, конечно, солнечных лучей по всему земному шару найдется больше, чем других источников энергии.

Жители отдаленных районов используют энергию солнечных батарей для освещения, радиовещания и других бытовых нужд. Практическое применение солнечной энергии следует отметить также при подъеме воды из скважин и на нужды здравоохранения.

Главной причиной, сдерживающей использование солнечных батарей, является их высокая стоимость, которая в будущем, вероятно, снизится благодаря развитию более эффективных и дешевых технологий. Нынешняя стоимость солнечной электроэнергии равняется 4,5 дол. за 1 Вт мощности и, как результат, цена 1 кВт·ч электроэнергии в 6 раз дороже энергии,

полученной традиционным путем сжигания топлива. Когда же цена производства солнечной энергии сравнивается с ценой энергии от сжигания топлива, оно получит еще более широкое распространение, причем с начала 90-х гг. темпы роста гелиоэнергетики составляют 16 % в год, в то время как мировое потребление нефти растет на 1,5 % в год.

Возможно использование солнечной энергии для получения тепловой, в частности, для отопления жилищ.

Однако в условиях нашей страны 80 % энергии Солнца приходится на летний период, когда нет необходимости отапливать жилье, кроме того, солнечных дней в году недостаточно, чтобы использование солнечных батарей стало экономически целесообразным.

На основании двадцатилетнего периода наблюдения установлено, что средняя продолжительность солнечного сияния в Беларуси составляет 1815 часов в год. Годовой приход суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность — 980—1180 кВт·ч/м<sup>2</sup>. Наиболее благоприятным для применения теплосистем является период с апреля по сентябрь. Проведенный сравнительный анализ продолжительности солнечного сияния и прихода суммарной солнечной радиации в странах Западной Европы с умеренным климатом, расположенных между 50 и 60 °с.ш., показал, что Беларусь по продолжительности солнечного сияния имеет близкие значения с этими странами, а по приходу среднемесячной солнечной радиации даже превосходит северную часть Германии, Швецию, Данию, Великобританию. Эти государства наряду с “солнечными странами” считаются лидирующими в Европе по выпуску и применению гелиоэнергетического оборудования.

В Республике Беларусь целесообразны три варианта использования солнечной энергии:

- пассивное использование солнечной энергии методом строительства домов “солнечной архитектуры”. Расчеты показывают, что количество энергии, падающей на южную сторону крыши домов площадью 100 м<sup>2</sup> на широте Минска, вполне хватает даже для отопления зимой (при том, что 10 % солнечной энергии аккумулируется летом и затраты на отопление квадратного метра в отопительный сезон составляют 70 кВт·ч при хорошей теплоизоляции стен, полов, потолков). Размеры дешевого гравийного теплового аккумулятора под домом при этом вполне приемлемы: 10 × 10 × 1,5 м<sup>3</sup>. Однако в настоящее время полностью игнорируются даже принципы пассивного солнечного отопления. Единственное здание в Беларуси, построенное с использованием этого принципа — немецкий Международный Образовательный Центр (IBV) в Минске;

- использование солнечной энергии для целей горячего водоснабжения и отопления с помощью солнечных коллекторов;

- использование солнечной энергии для производства электроэнергии с помощью фотоэлектрических установок.

На теплоснабжение зданий используется около 40 % всего расходуемого топлива. В Беларуси существующие дома имеют теплопотребление более 250 кВт·ч/м<sup>2</sup>. Если проектирование зданий проводить с учетом энергетического потенциала климата местности и условий для саморегулирования теплового режима зданий, то расход энергии на теплоснабжение можно сократить на 20—60 %. Так, строительство на принципах “солнечной архитектуры” может снизить удельное годовое теплопотребление до 70—80 кВт·ч/м<sup>2</sup>.

Солнечные коллекторы позволяют обеспечить такие дома теплом, а также теплой водой для нужд проживающих в них людей.

Результаты экспериментальных исследований позволили выбрать материалы, конструкцию гелиоколлекторов и схемы гелиоустановок. Разработан и внедрен ряд гелиоводоподогревателей производственного и бытового назначения.

В настоящее время финансируется создание отечественной установки на фотоэлементах. Одна солнечная электростанция установлена в Беловежской пушке и отапливает два дома, еще несколько установлено в черныбыльской зоне. Солнечные коллекторы, вырабатывающие тепло, рекомендуется устанавливать в коттеджах и загородных домах. Они экономичнее традиционных угольных котлов.

Создано опытное производство систем горячего водоснабжения, базирующихся на использовании солнечной энергии. Эти устройства включают в себя солнечные коллекторы (их число и площадь может варьироваться в зависимости от требований конкретного проекта) и теплоаккумуляторы. Оптимальный для местного климата вариант — система с четырьмя коллекторами — позволяет обеспечить потребности в горячем водоснабжении семью из 4—5 человек. Благодаря большой площади поверхности коллекторов система аккумулирует достаточное количество солнечной энергии даже в пасмурную погоду, а теплоаккумулятор большой вместимости (более 500 л) позволяет создать стратегический запас горячей воды. В период с марта по октябрь система полностью удовлетворяет потребности здания в горячей воде. Зимой установку можно интегрировать со стандартной системой отопления. Стоимость оборудования варьирует в пределах 900—3500 дол. США.

Кроме того, в Республике Беларусь организовано производство гелиосистем для нагрева воды. Они представляют собой

легкие, компактные конструкции, собираемые по модульному принципу. В зависимости от конкретных условий можно получить установку любой производительности. Основой гелиосистем является пленочно-трубчатый адсорбирующий коллектор. Он обладает высокой адсорбирующей способностью, благодаря чему даже небольшие дозы солнечного излучения превращаются в полезную тепловую энергию. Теплообменники, входящие в состав систем, изготавливаются из специальных материалов, исключающих коррозию или замерзание. Пробные гелиосистемы устанавливаются на земле, плоских и скатных крышах, в вагонах-бытовках и т.д. Гелиоустановки могут подключаться к централизованной системе отопления или работать автономно с заправкой бака-накопителя требуемой емкости. Приблизительная цена систем составляет 400 дол. США.

Однако в целом в ближайшее время на значительное увеличение доли солнечной энергетики в Беларуси рассчитывать не приходится. Но специалисты убеждены, что к 2060 году доля энергии Солнца на мировом энергетическом рынке превысит 50 %.

Интересны примеры использования солнечной энергии в разных странах.

В условиях Великобритании жители сельской местности покрывают потребность в тепловой энергии на 40—50 % за счет использования энергии Солнца.

В Германии (под Дюссельдорфом) проводились испытания солнечной водонагревательной установки площадью коллекторов 65 м<sup>2</sup>. Эксплуатация установки показала, что средняя экономия тепла, расходуемого на обогрев, составила 60 %, а в летний период — 80—90 %. Для условий Германии семья из 4 человек может обеспечить себя теплом при наличии энергетической крыши площадью 6—9 м<sup>2</sup>.

Современные солнечные коллекторы могут обеспечить нужды сельского хозяйства в теплой воде в летний период на 90 %, в переходный период — на 55—65 %, в зимний — на 30 %.

В Австрии установлено, что для обеспечения 80 % теплой водой в жилых сельских домах на 1 человека требуется установка солнечных коллекторов с поверхностью 2—3 м<sup>2</sup> и емкостью бака для воды 100—150 л. Установка площадью 25 м<sup>2</sup> с емкостью для нагретой воды на 1000—1500 л обеспечивает теплой водой 12 человек или небольшой сельский двор.

Наиболее эффективно в странах ЕС солнечные энергоустановки эксплуатируются в Греции, Португалии, Испании, Франции: выработка энергии солнечными энергоустановками составляет соответственно 870 000, 290 000, 255 200, 174 000 МВт·ч в год.

В целом по Европейскому союзу вырабатывается 185600 МВт·ч в год (по данным 1992 г.).

Наибольшей суммарной площадью установленных солнечных коллекторов располагают: США — 10 млн м<sup>2</sup>, Япония — 8 млн м<sup>2</sup>, Израиль — 1,7 млн м<sup>2</sup>, Австралия — 1,2 млн м<sup>2</sup>. В настоящее время 1 м<sup>2</sup> солнечного коллектора вырабатывает электрической энергии:

4,86—6,48 кВт·ч в сутки;

1070—1426 кВт·ч в год.

Нагревает воды в сутки:

420—360 л (при 30 °С);

210—280 л (при 40 °С);

130—175 л (при 50 °С);

90—120 л (при 60 °С).

Экономит в год:

электроэнергии — 1070—1426 кВт·ч;

условного топлива — 0,14—0,19 т;

природного газа — 110—145 м<sup>3</sup>;

угля — 0,18—0,24 т;

древесного топлива — 0,95—1,26 т.

Площадь солнечных коллекторов 2—6 млн м<sup>2</sup> обеспечивает выработку 3,2—8,6 млрд кВт·ч энергии и экономит 0,42—1,14 млн т у.т. в год.

### 2.2.3. Биоэнергетика

*Биоэнергетика* — это энергетика, основанная на использовании биотоплива. Она включает использование растительных отходов, искусственное выращивание биомассы (водорослей, быстрорастущих деревьев) и получение биогаза. Биогаз — смесь горючих газов (примерный состав: метан — 55—65 %, углекислый газ — 35—45 %, примеси азота, водорода, кислорода и сероводорода), образующаяся в процессе биологического разложения биомассы или органических бытовых отходов. Способы промышленного получения биогаза известны с конца прошлого века (1885 г.). В мире эксплуатируется более 8 млн установок для получения биогаза.

*Биомасса* — наиболее дешевая и крупномасштабная форма аккумулирования возобновляемой энергии. Под термином “биомасса” подразумеваются любые материалы биологического происхождения, продукты жизнедеятельности и отходы органического происхождения. Биомасса будет на Земле, пока на ней существует жизнь. Ежегодный прирост органического вещества на Земле эквивалентен производству та-

кого количества энергии, которое в десять раз больше годового потребления энергии всем человечеством на современном этапе (табл. 2.4).

Таблица 2.4. Источники биомассы и примеры переработки

Источник биомассы	Производимое биотопливо	Технология	Примерный КПД преобразования	Потребность в энергии (н — необходимо; о — оптимально)	Примерный энергетический выход биотоплива, МДж/кг
Лесоразработки	Тепло	Сжигание	70	Сушка (о)	16—20
Отходы переработки древесины а)	Тепло		70	Сушка (о)	16—20
б)	Газ Нефть Уголь	Пиролиз	85	Сушка (о)	40* 40 20
Зерновые	Солома	Сжигание	70	Сушка (о)	14—16***
Сахарный тростник, сок	Этанол	Сбраживание	80	Тепло (н) Электроэнергия (о)	3—6
То же, отходы	Жмых	Сжигание	65	Сушка (о)	5—8
Навоз (тропики)	Метан	Анаэробное разложение	50		4—8***
То же (умеренный пояс)	Метан	То же	50	Тепло (н)	2—4**
Городские стоки	Метан	То же	50	Тепло	2—4***
Мусор	Тепло	Сжигание	50		15—16***

\*Суммарная величина; имеются затраты биогаза на обогрев установки.

\*\*Без учета азота.

\*\*\*Сухой материал.

Источники биомассы, характерные для нашей республики, могут быть разделены на несколько основных групп.

1. Продукты естественной вегетации (древесина, древесные отходы, торф, листья и т.п.).

2. Отходы жизнедеятельности людей, включая производственную деятельность (твердые бытовые отходы, отходы промышленного производства и др.).

3. Отходы сельскохозяйственного производства (навоз, куриный помет, стебли, ботва и т.д.).

4. Специально выращиваемые высокоурожайные агрокультуры и растения.

Однако наличие биомассы даже в большом количестве еще не означает решения проблемы получения из нее различных продуктов и веществ, в том числе топлива. Непереработанная же биомасса приносит непоправимый вред окружающей среде.

В настоящее время древесные отходы уже находят применение: созданы установки, осваивается технология производства генераторного газа и его сжигание. Специалисты считают, что при правильном использовании древесины, древесных отходов и быстрорастущих лесных насаждений может быть покрыто 15 % потребностей в топливе. При современном объеме потребления это составит около 6 млн т у.т.

В настоящее время использование биомассы дает в Китае более 6 % всей потребляемой тепловой энергии, в США — 6 %, в странах ЕС — 5,7 %, в Бразилии — 32,9 %, в Беларуси — 1,6 %.

Переработка биомассы в топливо осуществляется по трем основным направлениям.

Первое: биоконверсия, или разложение органических веществ растительного или животного происхождения в анаэробных (без доступа воздуха) условиях специальными видами бактерий с образованием газообразного топлива (биогаза) и/или жидкого топлива (этанола, бутанола и т.д.). В настоящее время в Бразилии на этаноле, полученном в результате разложения биомассы из отходов сахарного тростника, работает городской автотранспорт и многие личные автомобили. В США этанол получают из отходов кукурузы. Этанол является хорошим заменителем бензина, при этом в отличие от нефти биомасса является достаточно быстро возобновляемым ресурсом. К биоконверсии относится также получение тепловой энергии при аэробном микробиологическом окислении органических веществ. Так по научному называется компостирование и биоподогрев, о чем знает каждый огородник.

Второе: термохимическая конверсия (пиролиз, газификация, быстрый пиролиз, синтез) твердых органических веществ (дерева, торфа, угля) в "синтез-газ", метанол, искусственный бензин, древесный уголь.

Третье: сжигание отходов в котлах и печах специальных конструкций. В мире сотни миллионов тонн таких отходов сжигаются с регенерацией энергии. Прессованные брикеты из бумаги, картона, древесины, полимеров по теплотворной способности сравнимы с бурным углем.

Например, в нашей стране, на Поставском льнозаводе освоена японская технология производства теплобрикетов из отходов переработки льна, которые по теплоотдаче не уступают каменному углю. Кстати, технология позволяет делать теплобрикеты из древесных опилок, бытового мусора. А к настоящему времени на свалках в Беларуси скопилось столько отходов, что если их перевести в нефтяной эквивалент, то получится около 600—700 тыс. т нефти в год. К этому направлению можно было бы отнести и сжигание дров в бытовых печах. Но дрова почему-то выведены из понятия биомассы, хотя одна шестая часть годового потребления топлива в мире приходится на древесину и около трети всех срубленных деревьев используется для приготовления пищи и отопления. Реальное потребление древесного топлива в три раза превышает уровень, который показывает статистика. Около половины населения мира использует для приготовления пищи (а это 4/5 расхода энергии в домашнем хозяйстве) и отопления главным образом дрова.

В условиях Беларуси развитие биоэнергетики наиболее экономически целесообразно и технически осуществимо, так как биомасса — вид топлива, которого у нас с избытком и не использовать который было бы непростительной ошибкой.

Под биомассой ученые и специалисты нашей страны понимают, в первую очередь, древесную кору, стружку, опилки, мусор, деревья на зараженных радиацией территориях. Специалисты БелТЭИ указывают, что при нынешнем использовании древесных отходов как топлива экономически оправдано увеличение объема использования древесных отходов в качестве топлива до 2 млн т условного топлива. В Институте проблем энергетики Национальной Академии наук Республики Беларусь завершается серия исследований по возможности использования радиоактивной древесины в качестве топлива.

#### 2.2.4. Малая гидроэнергетика

В настоящее время признанных единых критериев причисления ГЭС к категории малых гидроэлектростанций не существует. У нас принято считать малыми гидроэлектростанциями мощностью от 0,1 до 30 МВт, при этом введено ограничение по диаметру рабоче-

го колеса гидротурбины до 2 м и по единичной мощности гидроагрегата — до 10 МВт. ГЭС установленной мощностью менее 0,1 МВт выделены в категории микро-ГЭС.

Малая гидроэнергетика в мире в настоящее время переживает третий виток в истории своего развития. Строительство первых ГЭС началось еще в прошлом веке, когда они предназначались для энергоснабжения отдельных заводов и поселков. Затем темпы их строительства замедлились из-за конкуренции небольших тепловых электростанций. Второй этап массового строительства малых ГЭС пришелся на конец 40-х — начало 50-х гг., когда тысячи малых гидроэлектростанций строились колхозами, совхозами, предприятиями и государством. В 80—70-х гг. сотни и тысячи малых ГЭС были выведены из эксплуатации либо законсервированы, либо ликвидированы из-за быстрого развития большой энергетики на базе крупных тепловых гидравлических и атомных станций.

На третьем витке возрождение малых ГЭС, естественно, происходит на новом техническом уровне основного энергетического оборудования, степени автоматизации и компьютеризации.

Согласно водноэнергетическому кадастру 1960 г. потенциальная мощность рек Беларуси, подсчитанная на основании данных об их падении и водоносности, составляет 855 МВт или 7,5 млрд кВт·ч в год. Технически возможные к использованию гидроэнергоресурсы оцениваются в 3 млрд кВт·ч в год.

Освоение гидроэнергетического потенциала Беларуси получило существенное развитие в 1950-е гг. за счет строительства малых гидроэлектростанций, в числе которых в 1954 г. введена в эксплуатацию крупнейшая из них, ныне действующая Осиповичская ГЭС на р.Свислочь мощностью 2250 кВт. Всего в республике в начале 60-х гг. действовало 179 ГЭС общей установленной мощностью 21 тыс. кВт с годовой выработкой электроэнергии в среднем по водности год 88 млн кВт·ч.

Однако дальнейшее проектирование и строительство ГЭС в условиях Беларуси было свернуто в конце 50-х гг., к чему в основном побудили представившиеся возможности электроснабжения сельского хозяйства путем подключения сельских потребителей к государственным энергосистемам. Большинство из построенных ГЭС затем были выведены из эксплуатации, поскольку характеризовались относительно высокой себестоимостью вырабатываемой ими электроэнергии, что обычно присуще мелким энергообъектам. Оставшиеся к началу 90-х гг. 6 ГЭС вырабатывали 18,6 млн кВт·ч в год. Имеется возможность дальнейшего освоения потенциала малых

рек за счет восстановления ранее действующих ГЭС, строительства новых малых ГЭС без дополнительного затопления земельных угодий и за счет освоения промышленных водосборов.

В настоящее время начато восстановление и строительство малых мини-ГЭС. В течение 1991—1994 гг. было восстановлено 4 ГЭС:

Добромысленская (Витебская обл.) — 200 кВт;

Гонолес (Минская обл.) — 250 кВт;

Войтовщизненская (Гродненская обл.) — 150 кВт;

Жемьславльская (Гродненская обл.) — 160 кВт.

В Беларуси технически возможно и экономически целесообразно восстановить и соорудить новые ГЭС общей электрической мощностью 100—120 МВт, что эквивалентно ежегодной выработке электроэнергии 300—360 млн кВт·ч или ежегодной экономии 100 тыс. т у.т.

Кроме того, можно использовать гидроэнергетический потенциал существующих на малых реках водохранилищ неэнергетического назначения путем пристройки к ним ГЭС общей установленной мощностью 6 тыс. кВт с годовой выработкой электроэнергии 21 млн кВт·ч.

В планах энергетиков — строительство каскада гидроэлектростанций на Западной Двине. Начато строительство первой из них мощностью 29 МВт. Запланированы две ГЭС на Немане мощностью 45 МВт, однако сроки строительства пока не определены.

Завершена разработка проекта по сооружению каскада малых ГЭС на реке Котра, что неподалеку от Гродно. На каждой из них намечено установить по 4 турбины мощностью 50 кВт каждая. За последние годы на Гродненщине, которая, кстати, лишь на 30 % обеспечивается собственной электроэнергией, сооружены три малые ГЭС. Еще несколько из числа ранее действовавших восстановлены. В настоящее время реконструируются еще две, на очереди — строительство так называемой испытательной ГЭС, которая разместится на приграничном Августовском канале и будет использоваться для обучения обслуживающего персонала станций и проверки новых технологий, различных типов и модификаций гидротехнического оборудования. По оценке специалистов, за счет малых ГЭС только на Гродненщине можно получать ежегодно несколько десятков миллионов киловатт-часов электроэнергии. Здесь разработана программа развития малой и нетрадиционной энергетики, которая рассчитана до 2010 г. Предусмотрено сооружение более двух десятков малых ГЭС на реках и водохранилищах, а также свыше 10 ветроэнергетических установок.

В настоящее время в Беларуси общая мощность 11 малых ГЭС составляет около 7 тыс. кВт, или 0,8 % ее возможных к техническому использованию гидроэнергоресурсов. Для сравнения: в Китае их освоено 12 %.

В современных условиях Беларуси использование энергии течения рек представляется перспективным путем решения проблемы уменьшения зависимости энергетики республики от импорта топлива, что также будет способствовать улучшению экологической обстановки.

## 2.2.5. Другие виды нетрадиционной энергетики

*Геотермальная энергетика* — получение энергии от внутреннего тепла Земли. Различают естественную и искусственную геотермальную энергию — от природных термальных источников и от закачки в недра Земли воды, других жидкостей или газообразных веществ (“сухая” и “мокрая” геотермальная энергетика). Данный вид энергетики широко применяется для бытовых целей и отопления теплиц. Имеются геотермальные ГЭС. Недостаток — токсичность термальных вод и химическая агрессивность жидкостей и газов.

*Космическая энергетика* — получение солнечной энергии на специальных геостационарных спутниках Земли с узконаправленной передачей энергии на наземные приемники.

На этих спутниках солнечная энергия трансформируется в электрическую и в виде электромагнитного луча сверхвысокой частоты передается на приемные станции на Земле, где преобразуется в электрическую энергию. Мощность одной орбитальной станции может составить от 3000 до 15 000 МВт.

*Морская энергетика* базируется на энергии приливов и отливов (Кислогубская ЭС на Кольском полуострове), морских течений и разности температур в различных слоях морской воды. Иногда к ней относят волновую энергетику. Пока морская энергетика малорентабельна из-за разрушающего воздействия на оборудование морской воды. Приливная энергетика рентабельна на побережьях морей с исключительно высокими приливами.

*Низкотемпературная энергетика* — получение энергии с использованием низкотемпературного тепла Земли, воды и воздуха, вернее разности в температурах их различных слоев. Промышленное получение энергии с использованием разности температур на поверхности и в глубинах океана пока не выходит за рамки опытных установок.

*“Холодная” энергетика* — способы получения энергоносителей путем физико-химических процессов, идущих при низ-

ких температурах и сходных с происходящими в растениях. Например, разложение воды на асимметричных мембранах под воздействием солнечного света. Молекула воды распадается на водород и кислород, скапливающиеся по разные стороны этой мембраны. Водород затем используют как энергоноситель. КПД таких мембран в последние годы удалось заметно повысить, а цену — понизить. Вероятно, это перспективный путь. Предполагается, что водород будет широко использоваться в авиации, водном и наземном транспорте, промышленности, сельскохозяйственном производстве. Сжигание водорода не дает вредных выбросов, но он взрывоопасен.

**Управляемая термоядерная реакция.** Физики работают над освоением управляемой термоядерной реакции синтеза ядер тяжелого водорода с образованием гелия. При таком соединении выделяется громадное количество энергии, гораздо больше, чем при делении ядер урана.

Доказано, что основная доля энергии Солнца и звезд выделяется именно при синтезе легких элементов. Если удастся осуществить управляемую реакцию синтеза, появится неограниченный источник энергии.

Ученые уверены, что в начале следующего тысячелетия получение энергии за счет термоядерного синтеза превратится из чисто теоретической концепции в обыденную реальность.

Весьма перспективными являются энергетические установки, преобразующие одни виды энергии в другие нетрадиционными способами с высоким КПД.

Тепловую энергию в электрическую преобразует *магнито-гидродинамический генератор (МГД)*, который относится к перспективным устройствам (рис. 2.4).

Плазма (ионизированный газ) с добавкой легко ионизирующего вещества ( $\approx 1\%$  Na или K) поступает в канал МГД-генератора при  $3000^\circ\text{C}$  и разгоняется в нем. Электропроводная плазма пересекает силовые линии магнитного поля, при этом положительные ионы отклоняются в одну, а отрицательные — в другую сторону. Концентрация положительных и отрицательных ионов на металлических пластинах придает им положительный или отрицательный потенциал; пластины становятся источником ЭДС. При замыкании электродов на внешнюю цепь возникает ток. КПД ТЭС с МГД-генераторами  $\approx 60\%$ .

Большой интерес уделяют непосредственному преобразованию химической энергии органического топлива в электрическую — созданию *топливных элементов*. Распространение получили низкотемпературные ( $t = 150^\circ\text{C}$ ) топливные элементы с жидким электролитом (концентрированные раст-

воры серной или фосфорной кислот и щелочей KOH). Топливом в элементах служит водород, окислителем — кислород из воздуха.

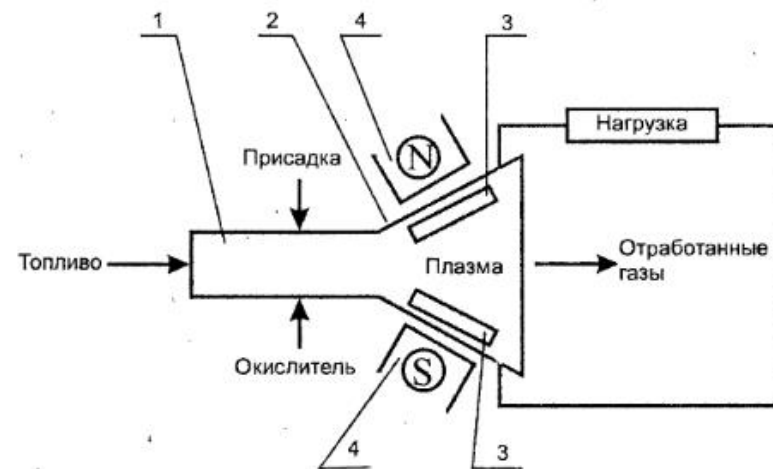


Рис. 2.4. Схема МГД-генератора:

- 1 — камера сгорания; 2 — МГД-канал; 3 — магнитная система;  
4 — электроды

Образование электроэнергии в элементе — это процесс обмена электронами между горючим и окислителем с образованием нового соединения — продукта реакции (рис. 2.5).

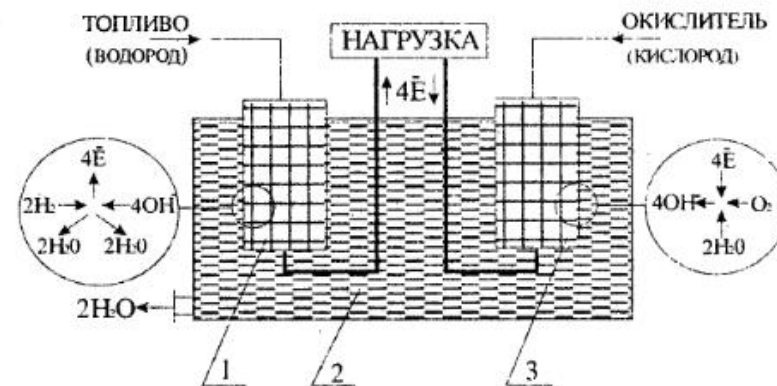


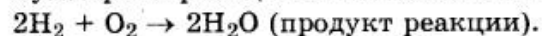
Рис. 2.5. Схема водородно-кислородного элемента:

- 1 — катод; 2 — электролит; 3 — анод

Отличие реакции в элементе от реакции окисления при горении в том, что в нем процессы протекают с точки зрения тер-

модинамики обратимо, т.е. разность энергий электронов у исходных веществ и продуктов реакции непосредственно превращается в электроэнергию (упорядоченное движение электронов). При горении же химическая энергия переходит в энергию хаотического теплового движения атомов, молекул и их частей.

Суммарная реакция в элементе имеет вид:



КПД элементов выше 90 %. Нет топок, котлов, турбин, генератора, но пока их мощность мала.

Один из способов прямого преобразования энергии — использование *термоэмиссионных генераторов* (ТГ) (рис. 2.6).

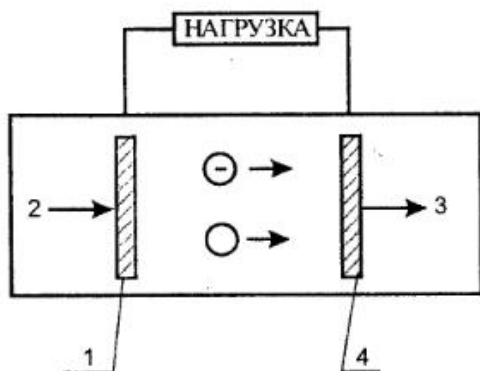


Рис. 2.6. Схема термоэмиссионного генератора (ТГ):  
1 — катод; 2 — подводимая теплота; 3 — отводимая теплота;  
4 — анод

Термоэмиссионный генератор (ТГ) — это два плоских (или коаксиальных) электрода, разделенных промежутком и включенных в цепь с нагрузкой. На катод от источника теплоты поступает энергия, достаточная для поддержания термоэлектронной эмиссии (процесс самопроизвольного испускания электронов с поверхности тела в окружающую газовую среду или вакуум). В процессе эмиссии электронов катод охлаждается, электроны из катода попадают на анод. При этом электроны отдают аноду часть своей кинетической энергии, нагревая его и создают избыток их на аноде. Избыток электронов стекает по внешней цепи вновь на катод, таким образом, идет постоянный ток. Промежуток между горячей и холодной пластинами заполняют парами цезия, у которых атомы легко распадаются на ионы и электроны. КПД современных термоэмиссионных генераторов 15—20 %.

Ведутся работы по созданию энергетических установок, использующих энергию гравитации, вакуума, низких температур окружающего воздуха для обогрева помещений по принципу теплового насоса (“холодильник наоборот”, морозильное отделение которого помещено на улице).

## 2.2.6. Сверхпроводящие системы передачи электроэнергии

Обсуждая новые методы преобразования различных видов энергии, нельзя не сказать об исследуемых новых технических решениях по передаче электроэнергии. Одно из наиболее интересных направлений в этой области — это применение эффекта сверхпроводимости. Способность металлов обладать практически нулевым сопротивлением при температурах, приближающихся к абсолютному нулю, получила название сверхпроводимости. Создание криогенных ЛЭП, работающих в условиях низких температур, представляет сложную научную и инженерную проблему. Однако существующие высоковольтные линии практически исчерпали заложенные в них возможности. По пути к потребителю в линиях электропередач теряется до 15—25 % энергии.

Использование сверхпроводимости равноценно введению дополнительных мощностей электростанций. Нынешние высоковольтные ЛЭП напряжением 500 кВт позволяют транспортировать мощности около 1 млн кВт. Однако существующий уровень электрификации требует передачи мощностей, превышающих указанный в 5—7 раз, но если для этого дополнительно увеличить напряжение, то воздух перестанет быть надежным изолятором и надо будет изготавливать опоры ЛЭП отдельно для каждой фазы. Если сейчас коридор отчуждаемых земель в зоне ЛЭП составляет 300 м, то при напряжении 1,5 млн В потребуются зона отчуждения шириной около 2—3 км. Легко можно определить площади, которые должны быть изъяты из нормального природопользования. Вот почему проблема создания сверхпроводящих линий электропередач непосредственно связана с решением вопросов оптимального использования природных ресурсов. По предварительным технико-экономическим оценкам, сверхпроводящие ЛЭП могут уже в обозримом будущем найти применение в крупных городах.

Переход от воздушных к кабельным сверхпроводящим системам позволяет не только сэкономить полезные площади, но и ликвидировать физиологическую опасность электромагнит-



ного воздействия от воздушных ЛЭП на организм находящихся в этой зоне людей.

Вопросы энергосбережения могли бы в значительной мере решаться при широком применении сверхпроводников в процессах производства, преобразования, транспортировки, аккумуляирования и подведения энергии. В электроэнергетике сверхпроводники могут найти применение в электрических двигателях и генераторах, трансформаторах и преобразователях, индуктивных накопителях энергии, линиях электропередач, реакторах, токоограничителях.

### 2.2.7. Нетрадиционная энергетика и строительство

Нетрадиционная энергетика тесно связана со строительством. Это и неудивительно: ведь основными потребителями энергоресурсов являются здания и сооружения (по данным экспертов, около 50 % всей энергии, производимой в странах Западной Европы, потребляется в процессе эксплуатации зданий и сооружений. Для сравнения: на долю транспорта приходится приблизительно 25 %). К сожалению, мы не располагаем точными данными по Беларуси. Но можно предположить, что приведенная пропорция характерна и для нашей страны.

Таким образом, в разработках в области энергосбережения в первую очередь нуждаются строительство новых и реконструкция старых зданий. Оригинальные решения на стыке технологий, конструкций и архитектурных идей порождают новое качество жилья, которое на Западе постепенно переходит из разряда *know-how* в разряд необходимого минимума.

Дома с нулевыми затратами на отопление переживают сейчас настоящий бум в Западной Европе. Это и неудивительно, поскольку их эксплуатация обходится гораздо дешевле по сравнению с любыми другими вариантами жилища (для обогрева 1 кв.м площади "пассивного" дома требуется 4 кг условного топлива в год, в то время как обычный дом, выполненный в соответствии с западноевропейскими теплоизоляционными стандартами, потребляет на 1 кв.м 30 кг условного топлива. Об отечественных зданиях и сооружениях в этом контексте и говорить не приходится). В условиях, когда энергоносители постоянно дорожают, идея нулевых затрат на отопление становится все более привлекательной.

В Швеции "пассивные" дома уже являются общепризнанным стандартом. В Германии они постепенно приближаются к этому статусу.

В Дании правительственная поддержка и широкое внедрение энергосберегающих технологий в строительстве привели к тому, что количество энергии, расходуемой на отопление, сократилось на 24 %, а строительный сектор вырос на 20 %, что означает общее снижение расхода энергии на 1 кв.м почти вдвое.

Минимальный уровень затрат энергии, необходимой для поддержания комфортных условий проживания, достигается за счет того, что ограждающие конструкции "пассивного" дома почти не пропускают тепло. Для их устройства выбираются максимально энергоэффективные материалы, например, пенополистирол. Тепловой комфорт поддерживается за счет "пассивных" источников — работы электроприборов, тепла, выделяемого при приготовлении пищи и т.д.

Как подсчитали специалисты, в год человек выделяет 300 кВт тепла, что также способствует поддержанию нормальной температуры в доме при изоляции, превышающей обычную в 5 раз. В некоторых случаях предусматривается отдельная "зимняя" система отопления.

Строительство жилых домов, являясь приоритетным направлением социально-экономического развития Республики Беларусь, активно стимулируется государством, получает первоочередное финансирование и кредитование.

Во времена застоя мало кто задумывался о необходимости снижения энергетических затрат в жилищном строительстве: "страна, мол, большая и богатая — всех обогреет". Подобная беспечность возымела свое отражение на нашей с вами окружающей действительности. Первой проблемой, с которой пришлось столкнуться республике после развала СССР, была нехватка энергоносителей.

До нынешнего времени вопрос о внедрении энергосберегающих технологий остро стоит в Республике Беларусь: республика полностью зависима от поставок топлива из России. В подобной ситуации прежде всего необходимо искать пути снижения энергозатрат в пределах самой республики, ведь по оценкам специалистов, перерасход энергии по причине низкой эффективности ее использования в республике составляет примерно 30 %. А это уже огромный потенциал, неиспользование которого просто преступно.

Понятно, что внедрение любого мероприятия по повышению эффективности использования энергоресурсов требует детального экономического обоснования. Низкие расценки на энергоносители, дотации государства на энергетические услуги и сравнительно высокая стоимость стройматериалов, используемых при повышении качества теплоизоляции, сде-

ляли вопрос об энергосберегающем строительстве дискуссионным. Однако опыт развитых стран свидетельствует об однозначности ответа: энергосберегающее строительство необходимо.

### 2.3. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

По данным Международного института прикладного системного анализа (МИРЭС), потребление первичной энергии к 2030 г. по миру в целом составит приблизительно 24 млрд т у.т. в год, т.е. возрастет вдвое по сравнению с уровнем 1988 г.

Тенденция увеличения потребления первичной энергии составляет примерно 1,5—2 % в год.

Перспективы такого роста не могут не вызывать беспокойства, так как это связано с ухудшающейся экологической ситуацией.

Если сохранится современная энергетическая модель (использование углеродного топлива), то в качестве топлива начнут использовать: нефтеносные сланцы, битуминозные породы, тяжелую нефть.

Однако необходимость сокращения выбросов углекислого газа потребует использования безуглеродных источников первичной энергии.

Новая стратегия предусматривает использование водорода, который можно получить из природного газа; энергии биомассы; солнечной энергии, среди способов ее использования наиболее перспективным является фотоэлектрический вариант; ядерного топлива при условии обеспечения необходимого уровня безопасности.

Подводя итог, можно сказать, что в перспективе в системах энергоснабжения будут использоваться как традиционные, так и нетрадиционные виды энергии.

Энергетика, как никакая другая отрасль общемировой промышленности, требует на нынешнем этапе объединения усилий всего человечества для решения возникших проблем и определения стратегии развития. Главнейшая задача — предотвращение экологического кризиса. Поэтому развитие энергетики на недобавляющих энергию в биосферу Земли источниках не только необходимо, но и неизбежно.

Эра ядерных грез закончена, а существующие и строящиеся АЭС должны обеспечиваться твердой гарантией безопасности. Безотлагательного решения требует проблема захоронения радиоактивных отходов.

По данным МАГАТЭ, в конце 1997 г. во всем мире работало 437 энергетических реакторов — на пять меньше, чем в конце 1996 г. Однако в результате вывода из эксплуатации старых и небольших АЭС и ввода в строй новых и больших реакторных блоков суммарная мощность повысилась. Общее количество ядерных блоков в стадии строительства осталось на том же уровне — 36. Наибольшую долю ядерной энергетики в суммарном энергопроизводстве имеют Литва — 91,5 %, Франция — 78,2 %, Бельгия — 60,1 %, Украина — 46,8 %, Швеция — 46,2 %, Болгария — 45,4 %, Словакия — 44 %, Швейцария — 40,6 %, Словения и Венгрия — 40 %. АЭС обеспечивают примерно 17 % общемирового производства электроэнергии.

Современные концепции безопасности АЭС основаны на трех принципах: управления, глубокоэшелонированной защиты и инженерно-технических средств безопасности. Ведущими энергетическими корпорациями и фирмами промышленных стран разрабатывается более 20 проектов АЭС нового поколения, радикально отличающихся не только по мощности и типу реактора, но и по технологическим, схемным и конструктивным решениям.

По срокам коммерческой реализации и степени самозащитности АЭС условно делят на три поколения. Проекты АЭС нового поколения основаны на использовании освоенных и проверенных в эксплуатации технологий и конструкций, имеют активные и пассивные системы безопасности, что позволяет снизить вероятность тяжелых аварий и уменьшить на 20 % капиталовложения и себестоимость электроэнергии.

Если говорить об оценке эффективности ввода ядерных энергоисточников в Беларуси, то необходимо отметить следующее.

Различия в стоимости строительства АЭС в разных странах мира нельзя назвать незначительными. Это связано с курсовой разницей валют, стоимостью рабочей силы, уровнем сервиса и ценой на стройматериалы. Основным параметром, определяющим базовую стоимость строительства, являются мощность блоков и их количество на одной станции (уменьшаются затраты на создание инфраструктуры, проектные и изыскательские работы). При оценке эффективности ввода ядерных источников учитываются эксплуатационные затраты, стоимость топливного цикла для ядерных реакторов, прогноз потребности в электроэнергии, прогноз цен на топливо, а также различные сценарии развития системы генерирующих источников.

По данным Института проблем энергетики Национальной Академии наук Республики Беларусь, капитальные затраты на строительство АЭС мощностью 2560 МВт из четырех блоков по 640 МВт составляют 4763,6 млн дол. США, общий срок строительства АЭС — 19 лет, средние затраты — порядка 250 млн дол. США в год.

По заключению Института проблем энергетики, развитие атомной энергетики в Беларуси позволит сократить затраты на импорт топливных ресурсов и улучшить баланс внешней торговли. В настоящее время закупки энергоносителей и энергии достигают около 60 % от всего объема импорта и в абсолютном исчислении составляют 1,5—1,7 млрд дол. США, что превышает расходную часть всего государственного бюджета страны. Критики идеи необходимости строительства АЭС отмечают, в частности, что энергетическая значимость АЭС с установленной мощностью 2,4 млн кВт не превышает 4,5 % энергопотребности страны и вовсе не составляет 30 %, о которых заявляют сторонники строительства АЭС в Беларуси.

Сам по себе факт внушительной доли ядерной энергетики в развитых западных странах сторонники строительства АЭС рассматривают как прямое доказательство перспективности такого пути. Противники строительства АЭС напоминают, что при этом умалчивается тот факт, что в настоящее время созданы большие мощности по производству ядерных реакторов, которые длительное время остаются незагруженными. Умалчиваются также и сложные проблемы захоронения ядерных отходов. А ведь количество слабо- и среднеактивных отходов измеряется тысячами кубометров в год.

Противники строительства АЭС в Беларуси полагают, что теоретические выкладки по поводу прочности и надежности во многом необоснованны. Через определенное время оборудование приходит в негодность и возникает проблема его ликвидации и уничтожения отработанных элементов. Например, средний срок остановки 20 реакторов в разных районах США составил около 13 лет.

Учитывая сложную экономическую ситуацию в нашей стране, необходимо прийти к выводу, что в течение ближайших лет проблема строительства АЭС или использования других способов выработки электроэнергии все равно останется.

Развитая традиционная энергетика также опасна для окружающей среды при существующих технологиях очистки. Экологически неприемлемы крупные и централизованные системы электроснабжения. Каких бы затрат не требовало приведение технологий к экологически допустимым, его необходимо осуществить.

Важнейшая стратегия развития энергетики — это политика энергосбережения. Особенно актуальна эта проблема для стран СНГ и Восточной Европы. Для них в мае 1990 г. представители стран, входящих в Европейскую экономическую концепцию ООН, разработали программу компании "Энергосбере-

жение — 2000", предусматривающую расширение контактов, установление информационного обмена, определение общемировых стандартов, знакомство с эффективными технологиями, демонстрацию передового опыта, отбор новинок.

В настоящее время разработан пессимистичный и оптимистичный прогнозы развития мировой энергетики на 2020 г. (табл. 2.5).

Таблица 2.5. Сводка данных по максимальному и минимальному вариантам прогноза мировой энергетики, опубликованному МИРЭС в 1993 году

Общие данные	Фактические данные за 1990 г.	Прогноз на 2020 г.	
		максимальный вариант	минимальный (экологический) вариант
1	2	3	4
Численность населения, млн чел.	5292	8092	8092
Экономический рост: валовый внутренний продукт, трлн дол. США валовый внутренний продукт на одного жителя, дол. США	21,0 3972	64,7 8001	55,7 6884
Потребности в первичных энергетических ресурсах: суммарные, млн т у.т. удельные, т у.т./чел.	12593 2374	24610 3060	16120 1988
Потребности в электроэнергии, млрд кВт·ч	11608	23000*	23000*
Энергоемкость экономики, кг у.т./дол.	0,55	0,41*	0,41*
Структура мирового энергетического баланса, % к итогу:			
уголь	26,3	28,2	18,9
нефть	31,0	26,7	25,7
природный газ	19,5	21,2	22,1
атомная энергия	5,0	5,7	6,1
гидроэнергия	5,3	5,8	5,9
возобновляемые источники энергии	12,9	12,4	21,3

1	2	3	4
Потребности в первичных энергетических ресурсах по регионам, млн т у.т.:			
Северная Америка	3095	3494	2615
Латинская Америка	825	3190	1869
Западная Европа	2091	2594	1886
Центральная и Восточная Европа	418	515	379
Содружество Независимых Государств	2069	2394	1830
Ближний Восток и Северная Африка	453	1853	1131
Африка южнее пустыни Сахары	380	1829	869
Тихоокеанский регион**	2635 (1358)	6989 (3328)	4273 (2528)
Южная Азия	637	2648	1287
Выбросы в атмосферу:			
сера, млн т	64,6	98,1	42,8
азот, млн т	24,0	37,9	20,9
углерод, млн т	5,9	11,5	6,3

\*По среднему варианту.

\*\*Включая страны Азии с плановой экономикой (данные по этой группе стран приведены в скобках).

Исследованиями МИРЭС установлено, что увеличение использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии до 2020 г. может достигнуть только 12 % от мирового потребления традиционной энергетики.

Дальнейший прогресс в создании надежных, технически совершенных, экономичных и простых в эксплуатации конструкций энергоустановок на базе нетрадиционных возобновляемых источников энергии позволит существенно решить и основную проблему — снизить удельную стоимость вырабатываемой энергии. С этой точки зрения интересны прогнозные данные ряда зарубежных специалистов, приведенные в табл. 2.6.

Сопоставляя традиционные и нетрадиционные энергетические установки, анализируя перспективы их развития, нельзя не отметить экономические и экологические аспекты, некоторые из них нашли отражение в таблицах 2.7, 2.8.

Таблица 2.6. Стоимость электроэнергии, производимой на основе использования различных видов топлива и НВИЭ за рубежом, дол. США / кВт·ч

Источники энергии	1980 г.	1989 г.	2000 г.	2020 г.*
Нетрадиционные возобновляемые источники энергии				
Энергия солнца	0,25	0,07	0,04	0,01
Тепловая солнечная энергия	0,24	0,12	0,05	0,03
Фотоэлектрическая солнечная энергия	1,5	0,35	0,06	0,02—0,03
АЭС и станции на органическом топливе				
Атомная энергия	0,04—0,13			
Энергия, полученная при сжигании нефтепродуктов	0,06			
Энергия, полученная при сжигании угля	0,04			

\*Прогнозная оценка.

Таблица 2.7. Материалоемкость и трудоемкость создания и эксплуатации некоторых типов энергоустановок

Первичный энергоресурс, источник энергии	Материалоемкость установки, отн.ед.	Общая трудоемкость создания и эксплуатации установки, отн.ед.
Природный газ	1,0	1,0
Нефть	2,2	1,6
Уголь	3,2	2,0
Ядерная энергия	5,6	2,8
Энергия солнца:		
на отопление	62,5	40,0
фотообразование	109,4	140,0
Гидроэнергия	62,5	-
Энергия ветра	250,0	72,0

Таблица 2.8. Средняя площадь, необходимая для производства 1 МВт в год электроэнергии на электростанциях различного типа, м<sup>2</sup>

АЭС	630
ТЭС:	
на жидком топливе	870
на природном газе	1500
на угле	2400
Солнечные электростанции	100 000
ГЭС	265 000
Ветроэнергетические станции	1 700 000

### 3. ЭКОНОМИКА ЭНЕРГЕТИКИ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

#### 3.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТОПЛИВНО- ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Топливо-энергетический комплекс (ТЭК) является важнейшей структурной составляющей народного хозяйства Республики Беларусь в обеспечении функционирования экономики и повышения уровня жизни населения. ТЭК включает системы добычи, транспорта, хранения, производства и распределения всех видов энергоносителей: газа, нефти и продуктов ее переработки, твердых видов топлива, электрической и тепловой энергии. Отрасли комплекса занимают значительное место в народном хозяйстве республики. На них приходится 26 % капитальных вложений в промышленность, почти пятая часть основных производственных фондов, 14 % валовой продукции промышленности отрасли.

*Электроэнергетика* республики представляет собой постоянно развивающийся высокоавтоматизированный комплекс, объединенный общим режимом работы и единым централизованным диспетчерским управлением. В настоящее время производственный потенциал белорусской энергосистемы включает около 40 электростанций с суммарной установленной мощностью 7,818 МВт. Из них: 20 ТЭЦ, 9 ГРЭС и 9 электростанций находится при крупных предприятиях. Общая длина линии электропередач составляет 3951 км с напряжением 750 кВ; 2279 км — 220 кВ и 15 957 км — 110 кВ. Беларусь связана с энергосистемами России (2 линии на 330 кВ и линия на 750 кВ), стран Балтии (4 линии на 330 кВ и линия на 750 кВ), Украины (2 линии на 330 кВ) и Польши (линия на 220 кВ). Максимальное потребление электроэнергии уменьшилось с 8500 МВт в 1990 г. до 5800 МВт в 1996 г.

В период после 1991 г. развитие отрасли замедлилось, что обусловлено общим экономическим спадом и снижением электропотребления. Так, в 1996 г. электропотребление было на самом низком уровне и составило 32 млрд кВт·ч, или на 34,8 % ниже, чем в 1991 г., когда было отмечено самое высокое электропотребление за все время существования белорусской энергосистемы.

В 1998 г. белорусские электростанции произвели примерно 26 млрд кВт·ч электроэнергии. Было потреблено 33 млрд кВт·ч. С учетом потерь в 3,8 млрд кВт·ч при распределении Беларуси пришлось импортировать для обеспечения всех энергопотребностей более 10 млрд кВт·ч электроэнергии со Смоленской и Игналинской АЭС. В настоящее время из-за неплатежей поставка электрической энергии из Литвы приостановлена.

Среднегодовой удельный расход топлива на выработку электро- и теплотенергии находится на уровне 276,6 г/кВт·ч и 173,5 кг/Гкал соответственно, что сопоставимо с мировыми аналогами. Достигнутый уровень экономичности обусловлен, главным образом, структурой генерирующих мощностей с широким использованием теплофикации (из общей мощности энергосистемы 3,3 млн кВт установлено на конденсационных станциях и 3,9 млн кВт — на теплоэлектроцентралях, где обеспечивается комбинированная выработка тепловой и электрической энергии). В последние годы удельные расходы топлива изменились незначительно, что обусловлено недостаточным вводом нового, более экономичного оборудования.

Сегодня Беларусь занимает одно из последних мест по экономическим и энергетическим показателям среди стран с аналогичными климатическими условиями. Скажем, в 1994 г. потребление энергоресурсов в нашей стране в расчете на душу населения составило 2,69 т нефтяного эквивалента, и это значительно меньше, чем в большинстве стран с аналогичными климатическими условиями. Еще один важный показатель — эффективность использования энергии — остается на низком уровне; в Беларуси он составил 0,8 дол. США в ВВП на 1 кг нефтяного эквивалента потребляемой электроэнергии.

Одной из наиболее важных и сложных проблем электроэнергетики является старение основного оборудования электростанций. В настоящее время 60 % оборудования практически выработало свой технический ресурс, работоспособность его поддерживается за счет ремонтов, объемы которых ежегодно возрастают. Согласно оценкам специалистов, в 2000 г. около половины электростанций нашей страны выработали свой ресурс, к 2010 г. необходимо будет заменить порядка

80 % установленных мощностей. Следовательно, требуется широкомасштабное техническое перевооружение отрасли с использованием передовых технологий. Расчеты стоимости полной реконструкции всей энергосистемы Беларуси никогда не производились. Ориентировочно эти расходы могут быть измерены суммой от 5 до 30 млрд дол. США. Реально имеющиеся вложения куда скромнее: несколько десятков миллионов долларов на строительство Оршанской и Минской ТЭЦ. Проведенные исследования показали, что простая замена оборудования и продление ресурса энергоблоков — не самый дешевый способ. Специалисты пришли к выводу, что наиболее выгодной является модернизация и реконструкция существующих электростанций и котельных путем внедрения современных газотурбинных и парогазовых установок с более высоким КПД. Сейчас по новейшей технологии за счет кредита Европейского банка реконструкции и развития осуществлена модернизация Оршанской ТЭЦ с применением французского оборудования. При модернизации Оршанской ТЭЦ установлена первая в республике парогазовая установка, позволяющая довести коэффициент полезного топливоиспользования до 70—80 %.

Эффективность и надежность теплоснабжения также является одной из проблем, так как на него приходится более половины топливопотребления, значительные материальные и трудовые ресурсы.

Острейшими проблемами отрасли остаются сегодня неплатежи потребителей за использованную электрическую и тепловую энергию, перекрестное субсидирование, при котором промышленные предприятия вынуждены оплачивать полученную энергию по повышенным тарифам, компенсируя оплату льготных потребителей, в основном населения. Таким образом, при перекрестном субсидировании промышленные предприятия оплачивают потребление электроэнергии населением и неплатежи за электроэнергию. Это вызывает увеличение себестоимости промышленной продукции республики, что негативно влияет на ее конкурентоспособность на внешнем рынке, отказ промышленных потребителей от услуг централизованного теплоснабжения и строительство собственных источников промышленными предприятиями, что в итоге ведет к перерасходу топлива в целом по республике.

В условиях ограниченности собственной ресурсной базы актуальными являются проблемы энергетической безопасности республики, дефицита финансовых средств в энергетической отрасли, прекращения государственных поставок мазута, полной зависимости республики по топливообеспечению от основного поставщика — России.

Под энергетической безопасностью подразумевается гарантия надежного и бесперебойного энергоснабжения страны в нормальных условиях и в чрезвычайных ситуациях. Проблема обусловлена тем, что мы покупаем более 80 % топлива за границей (преимущественно в России) и частично закупаем у соседних стран электроэнергию. Такое положение не обеспечивает энергетической безопасности, без которой не может быть и независимости политической.

Необходимыми условиями достижения энергетической независимости и безопасности государства является не только наличие резерва электрической и тепловой мощности, запасов топлива, надежность оборудования и т.д., но и соблюдение некоторых критериев. Первый — если энергетика страны основывается на импорте топлива, то закупки не должны осуществляться в одной стране. Второй — доля каждого вида топлива имеет свою предельную величину, энергетика не должна развиваться только на одном виде топлива.

Сейчас в Беларуси не соблюдается первый критерий: практически все топливо для энергосистемы завозится из России. Мы вплотную подошли и к нарушению второго критерия энергетической безопасности. Согласно ему, доля природного газа не должна превышать 60—65 %, так как электростанции на газе работают в режиме непрерывной доставки топлива, а отсутствие альтернативы требует больших и экономически неоправданных запасов резервного топлива (например, мазута) или строительства громадных газовых хранилищ.

Более того, в развитых странах для обеспечения энергетической безопасности государства создается резерв — избыток энергетических мощностей не менее 15 % по сравнению с пиковой нагрузкой.

Перспективное развитие электроэнергетики должно быть направлено на обеспечение возрастающего спроса на электро- и теплоэнергию, потребление которых, по расчетам НИЭИ Министерства экономики Республики Беларусь, к 2015 г. достигнет 50—55 млрд кВт·ч и 90 млн Гкал соответственно. Для этого требуется наращивание их выпуска с учетом роста объемов производства продукции в условиях активизации энергосбережения. В настоящее время потребности республики в электроэнергии удовлетворяются на 77 % за счет выработки на собственных электростанциях и 23 % — за счет импорта. В то же время установленные мощности энергосистемы позволяют полностью удовлетворить внутренние потребности. Однако получается, что импортировать электроэнергию зачастую выгоднее, чем производить ее на собственных мощностях.

Стоимость одного кВт·ч белорусской электроэнергии составляет 0,034 дол. США; средняя стоимость импортного кВт·ч электроэнергии — 0,029 дол. США. Одна из причин того, что Беларусь не увеличивает импорт электроэнергии состоит в том, что не найдены схемы расчетов с импортерами. Возможности импорта из России к 2015 г. могут быть снижены в связи с ростом ее внутренних потребностей; к этому же времени будет исчерпан ресурс оборудования Игналинской АЭС (Литва). Таким образом, возможный в 2015 г. импорт электроэнергии из России, по оценкам специалистов, не превысит 5 млрд кВт·ч в год. Но сегодня около 85 % энергопотребления обеспечивается за счет поставок энергоносителей из-за рубежа. В общем объеме импорта их доля в денежном выражении достигает 60 % и составляет порядка 1,5 млрд дол. США — величина расходной статьи годового республиканского бюджета. Беларусь имеет уже хроническую задолженность за поставляемый природный газ, нефть, а также электроэнергию.

Для устойчивого и надежного обеспечения республики электро- и теплоэнергией остальная часть спроса на важнейший вид энергии должна покрываться только за счет собственного производства. Это обуславливает необходимость ввода новых генерирующих мощностей и технического перевооружения действующих на основе внедрения новейших парогазовых технологий с автоматизированными системами управления.

Использование данных технологий будет способствовать росту КПД электростанций, повышению надежности энергообеспечения, экономии топлива. По предварительным расчетам, коэффициент опережения темпа роста объема продукции отрасли над темпом роста потребления топливно-энергетических ресурсов составит около 2 % ежегодно.

Ряд инвестиционных проектов по вводу мощностей на малых ТЭЦ, Минской ТЭЦ-5, первый блок которой был запущен в 1999 г., предусматривает реализацию прогрессивных технологий. Целесообразна также модернизация и техническое переоснащение существующих ТЭЦ на основе использования парогазовых циклов. Результатом реализации предлагаемых проектов станет увеличение генерирующих мощностей, что позволит произвести в 2015 г. 50 млрд кВт·ч электроэнергии.

Реализация проектов внедрения парогазовых циклов на ряде действующих на территории республики электростанций поможет значительно сократить к 2015 г. импорт энергии из России.

За год Беларусь потребляет около 75 млн Гкал тепловой энергии. Существенное повышение надежности и экономичности теплоснабжения будет достигнуто при переходе на соо-

ружение бесканальных теплотрасс из изолированных трубопроводов, обеспечивающих потери тепла на уровне 2 % на протяжении всего срока службы.

В условиях ограниченности собственных энергоресурсов актуальным представляется расширение ресурсной базы электроэнергетики. Увеличение доли природного газа в топливообеспечении генерирующих объектов с 69 до 89 % позволит существенно улучшить экологическую ситуацию в республике.

В настоящее время за счет модернизации и реконструкции энергообъектов на основе новейших технологий решается проблема замены физически и морально устаревшего оборудования. На этой основе увеличение объемов демонтажа устаревшего оборудования на предприятиях отрасли позволит достичь снижения среднеотраслевого износа активной части основных промышленно-производственных фондов с 54,7 до 37 %. Это потребует значительных финансовых средств, основными источниками которых станут отраслевой инновационный фонд, собственные средства энергообъединений, накапливаемые за счет амортизационных отчислений и прибыли, и иностранные инвестиции. В результате реализации предложенных проектов ожидается значительное улучшение эффективности работы энергопредприятий.

Несмотря на неоднозначное отношение к вопросу развития атомной энергетики и исходя из условия ограниченности собственных топливных ресурсов, обеспечения энергетической безопасности, а также оценки эколого-экономической эффективности, необходимо окончательно определиться с возможностью или невозможностью формирования в Беларуси атомной энергетики. Созданная распоряжением Совета Министров комиссия по оценке целесообразности развития в Республике Беларусь атомной энергетики признала, что в течение ближайших 10 лет целесообразно начинать строительство АЭС, но необходимо продолжить работы по подготовке к развитию атомной энергетики в Беларуси в будущем.

*Топливная промышленность* Беларуси представлена предприятиями по добыче и переработке нефти и торфа, среди которых доминируют крупнейшие нефтеперерабатывающие предприятия.

Объем добычи нефти в республике находится на уровне 1,8 млн т в год, что покрывает внутренние потребности в нефтепродуктах на 12 %. Эксплуатационный фонд ПО "Беларусьнефть" включает 544 скважины, ежегодные объемы бурения порядка 65 тыс. м обеспечивают прирост промышленных запасов нефти в объеме 500—510 тыс. т, что компенсирует добычу

менее, чем наполовину. Совершенствование системы планирования финансово-хозяйственной деятельности позволило в 1997 г. сохранить себестоимость добычи одной тонны нефти на уровне 1996 г., а также снизить стоимость одного метра проходки при бурении на 12,6 %. Происходит прогнозируемое снижение объемов добычи, так как разведанные крупные месторождения находятся в заключительной стадии разработки, а вновь осваиваемые характеризуются малыми размерами и небольшими запасами. Эти запасы относятся к трудноизвлекаемым, для их извлечения требуются новейшие технико-технологические средства.

Усложнение горно-геологических условий (увеличение глубин залегания, сложное построение, незначительные размеры месторождения нефти) потребует применения высокопроизводительного нефтедобывающего оборудования, новых технологий воздействия на нефтяные пласты, автоматизации производственных процессов с целью улучшения условий труда и повышения производительности.

*Нефтеперерабатывающая промышленность* представлена двумя нефтеперерабатывающими предприятиями суммарной мощностью около 40 млн т переработки в год сырой нефти. В настоящее время ПО "Нафтан" располагает установками, мощность которых рассчитана на переработку до 9 млн т нефти в год, АО "Мозырский НПЗ" — до 8 млн т. Глубина переработки нефти находится на уровне 50 %. Низким остается технический уровень ряда производств, износ основных фондов составляет около 70 %. Качество вырабатываемых нефтепродуктов (по составу, уровню содержания примесей) в большинстве случаев не соответствует международным стандартам и не позволяет им конкурировать на внешнем рынке. По надежности оборудования, экологической безопасности, степени автоматизации и компьютеризации производственных процессов существует значительное отставание от современных нефтеперерабатывающих заводов промышленно развитых стран.

Основными направлениями организационно-технологической перестройки нефтеперерабатывающей промышленности являются:

- увеличение глубины переработки нефти до 80—85 %;
- наращивание производства и экспорта высококачественных нефтепродуктов, соответствующих требованиям международных стандартов;
- снижение энергетических и материальных затрат в процессах нефтепереработки и нефтехимии;
- вовлечение в глубокую переработку топочного мазута как основного и наиболее экономичного направления увеличения выработки моторных топлив.



Реконструкция предприятий нефтеперерабатывающей промышленности будет осуществляться поэтапно с учетом большой капиталоемкости и ограниченности инвестиционных ресурсов. Производственным объединением «Нафтан» предусматривается строительство комплекса глубокой переработки, основанного на процессе гидрокрекинга, что даст возможность получать экологически безопасные дизтоплива. На Мозырском нефтеперерабатывающем заводе первым этапом реконструкции станет внедрение процесса висбрекинга гудрона, за счет чего глубина переработки возрастет до 82 %, а выход светлых нефтепродуктов — до 53 %. На втором этапе планируется строительство комбинированной установки каталитического крекинга, что повысит глубину переработки нефти до 84 %, выход светлых нефтепродуктов — до 64—65 %.

Результатом мероприятий, направленных на повышение производственного потенциала нефтеперерабатывающих предприятий, станет увеличение производства к 2015 г. автомобильных бензинов в 2,5 раза, дизельных топлив — в 1,7 раза при одновременном сокращении выпуска топочного мазута на 10,6 %. Более 40 % производимых нефтепродуктов предусматривается экспортировать, около 70 % экспорта придется на Российскую Федерацию.

В настоящее время добыча и переработка торфа ведется 35 предприятиями. Основными видами продукции являются: торфяные брикеты, торф кусковой и сфагновой. В 1997 г. объемы их производства составили соответственно 11515,9 и 27 тыс. т. Эксплуатационные запасы торфа на сырьевых базах предприятий оцениваются в 142,5 млн т, в том числе торфа, пригодного для брикетирования, — в 100 млн т. Запасы торфа на отведенных предприятиям площадях оцениваются в 46,3 млн т, в том числе пригодных для брикетирования — в 29 млн т.

Основной проблемой функционирования предприятий отрасли остается постоянный недостаток финансовых средств, вызванный несвоевременным и недостаточным по объему выделением бюджетных средств на покрытие разницы между оптовой и розничной ценами на брикет, поставляемый населению. Ограниченность финансовых ресурсов не позволяет обеспечить необходимое обновление активной части основных фондов, износ которых в целом по отрасли вырос до 61 %. На предприятиях эксплуатируется 82 % полностью изношенного оборудования для добычи торфа, 85 % оборудования для подготовки и ремонта фрезерных полей, до 100 % сушилок, 41 % торфобрикетных прессов.

Повышение эффективности использования исходного сырья в торфяной промышленности предполагается достичь за счет применения новых технологий с улучшенными экологическими характеристиками. Одним из путей обеспечения населения и коммунально-бытовых предприятий местным топливом на основе торфа может быть развитие добычи кускового торфа. Предусматривается разработка прогрессивной технологии и оборудования для его добычи, что позволит вовлечь в разработку новые сырьевые ресурсы на месторождениях, ранее непригодных для его целей, увеличить коэффициент использования залежи при разработке до 0,7—0,8 и вовлечь в разработку малые месторождения. Кроме того, экскаваторный способ добычи кускового торфа позволит значительно улучшить качество готовой продукции, снизить затраты на ее производство.

Имеющиеся на сырьевых базах предприятий запасы торфа позволяют обеспечить производства брикетов на уровне 1600 тыс. т в период до 2005 г. с дальнейшим снижением объемов производства до 800 тыс. т. Частичное выбытие мощностей по производству брикетов будет компенсироваться за счет увеличения добычи кускового торфа, объемы добычи которого составят в перспективе 200 тыс. т. В целях повышения уровня самообеспечения твердым топливом предусмотрено к 2001 г. прекращение экспорта торфяных брикетов. К 2015 г. за счет производства торфяной продукции спрос на твердое топливо будет удовлетворяться на 20—23 %.

Частично сократить поставки топлива из-за рубежа позволит расширение использования местных топливных ресурсов Республики Беларусь, таких как нефть, попутный газ, бурые угли, торф, древесина, отходы животноводства. Для Беларуси наиболее реальным источником замещения некоторой части импортируемого топлива может стать древесина и древесные отходы: по примеру скандинавских стран в ближайшие годы можно увеличить применение древесины в качестве топлива в 1,5—2 раза. Но расчеты показывают, что намеченные меры по энергосбережению, максимальному использованию местных топливных ресурсов и нетрадиционных источников энергии смогут увеличить обеспеченность собственным топливом лишь до 38—39 %.

За счет собственных топливно-энергетических ресурсов республика сможет обеспечить потребности в энергии лишь на 10—15 %, поэтому активизация политики энергосбережения становится приоритетным направлением во всех отраслях экономики и особенно в промышленности — основном потребителе энергоресурсов. Это будет достигнуто за счет:

- снижения энергоемкости продукции;

- повышения коэффициента полезного использования топлива;

- увеличения в топливном балансе республики доли местных видов топлива и отходов производства, нетрадиционных и возобновляемых источников.

Достижение поставленных целей и задач возможно только за счет комплексной реализации основных организационно-экономических, технических направлений в повышении эффективности использования ТЭР, что включает законодательно-правовую и нормативно-техническую базы, в состав которых войдут доработанные или новые стандарты, строительные нормы и правила технологического проектирования и ряд других документов нормативного характера, определяющих требования в области энергосбережения. Наиболее значимыми организационно-экономическими мерами являются следующие:

- снижение конечного потребления энергоресурсов за счет структурной перестройки промышленности, внедрение новых энергосберегающих технологий, оборудования, приборов и материалов;

- осуществление государственной экспертизы энергетической эффективности проектных решений с целью их оценки на соответствие действующим нормативам и стандартам в области энергосбережения и определения достаточности и обоснованности предусматриваемых мер по энергосбережению;

- введение для оценки работы министерств, ведомств таких показателей, как снижение суммарного объема и повышение коэффициента полезного использования котельно-печного топлива;

- поэтапный переход от нормирования расхода ТЭР на выпуск продукции (работ, услуг) к проведению регулярных аудитов промышленных предприятий и внесению удельных норм расхода ТЭР в соответствующие нормативные документы;

- ориентация тарифной политики на тепловую, электрическую энергию и топливо с целью поэтапного ухода от перекрестного субсидирования с включением в тариф только нормируемых затрат на производство и транспортировку соответствующих видов энергоресурсов;

- разработка новых и совершенствование существующих экономических механизмов, стимулирующих повышение энергоэффективности промышленного производства и определяющих меры ответственности за нерациональное потребление ТЭР как для хозяйствующих объектов в целом, так и для конкретных руководителей и должностных лиц;

- организация разработки и производства необходимых видов энергосберегающего оборудования, приборов и материалов.

Внедрение мероприятий по повышению эффективности использования ТЭР в промышленности потребует определенных финансовых затрат. Финансирование внедрения энергосберегающих мероприятий должно осуществляться в основном за счет собственных средств предприятий. Кроме того, могут использоваться средства инновационных фондов соответствующих министерств, других органов управления, часть инновационного фонда концерна "БелЭнерго", направляемых на цели энергосбережения. На отдельные быстрокупаемые мероприятия должны предусматриваться льготные кредиты.

Важную роль в финансировании крупномасштабных проектов по экономии энергии начинает играть созданный в 1997 г. республиканский фонд "Энергосбережение".

Эффективная реализация перспективной энергосберегающей политики позволит снизить энергоемкость промышленной продукции и приблизить этот показатель к уровню европейских стран.

### 3.2. НАДЕЖНОСТЬ В ЭНЕРГЕТИКЕ

*Надежность* — свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени свои эксплуатационные показатели в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования. Понятие надежности очень широкое, его нельзя охарактеризовать с помощью какого-либо одного показателя. Надежность объекта обеспечивается его безотказностью, ремонтпригодностью, сохраняемостью и долговечностью.

Различают два основных состояния объекта: работоспособность и отказ. Работоспособность — это состояние объекта, при котором он способен выполнять заданные функции с параметрами, установленными требованиями технической документации. Отказ — это нарушение работоспособности. Следствием отказов энергетических объектов может быть значительный народнохозяйственный ущерб. Отказы, которые характеризуются крупными нарушениями режима объекта, приводящими к частичному или полному его разрушению, создающими опасность для жизни людей и окружающей среды, называют авариями.

По характеру функционирования энергетические объекты могут быть: а) восстанавливаемыми, которые после нарушения работоспособности ремонтируются и вновь включаются в работу; б) невосстанавливаемыми, которые используются однократно до отказа, после чего должны заменяться. Большинство энергетических объектов относится к числу восстанавливаемых. В качестве невосстанавливаемых могут рассматриваться главным образом отдельные детали и узлы энергетического оборудования.

Итак, надежность — это всегда или почти всегда понятие технико-экономическое, поскольку повышение надежности объекта, как правило, требует дополнительных затрат, связанных с применением материалов и деталей повышенного качества, с созданием резервных элементов. В то же время снижение надежности ведет к росту ущерба у потребителей, к росту затрат на создание ремонтных служб и запасов деталей для ремонта.

Для количественной оценки надежности в настоящее время используются методы теории вероятности и математической статистики, рассматривающие отказ как случайное событие.

### 3.3. КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

К показателям качества в электрических сетях постоянно-го тока относятся: отклонения напряжения, колебания напряжения, коэффициент пульсации напряжения; в электрических сетях однофазного переменного тока: отклонения частоты, отклонения напряжения, колебания частоты, колебания напряжения, несинусоидальность формы кривой напряжения; в электрических сетях трехфазного переменного тока: отклонения частоты, отклонения напряжения, колебания напряжения, несинусоидальность формы кривой напряжения, смещение нейтрали и несимметрия напряжения основной частоты. Все перечисленные показатели могут быть разделены на показатели, характеризующие качество частоты, и показатели, характеризующие качество напряжения.

Рассмотрим отдельные показатели качества электроэнергии. Основным показателем качества электроэнергии является частота переменного тока. Стандартным значением частоты в нашей стране является 50 Гц. Частота в электрических системах обычно изменяется в относительно узких пределах. Поэтому пользуются показателем отклонений частоты от номинального значения. Отклонением частоты называется разность между фактическим  $f$  и номинальным  $f_n$  значениями частоты:

$$\Delta f = f - f_n.$$

В современных крупных автоматически регулируемых энергетических системах СНГ допустимыми значениями являются  $\Delta f = \pm 0,1$  Гц. Современные регулирующие устройства позволяют обеспечить поддержание частоты в столь узких границах без особого удорожания этих устройств. Вместе с тем такие узкие пределы изменения частоты диктуются и экономическими соображениями, связанными с применением электроэнергии, поскольку более значительные изменения частоты могут вызывать изменения технических и экономических показателей работы электроприемников и аппаратов. Это связано прежде всего с существенным влиянием частоты на число оборотов электродвигателей, а следовательно, и на производительность механизмов. Снижение частоты приводит к сокращению числа оборотов двигателей, уменьшению их производительности, снижению экономических показателей их работы.

Отклонения напряжения измеряются разностью фактического значения напряжения  $U$  и номинального его значения  $U_n$ :

$$V = U - U_n.$$

Иногда его выражают в процентах к номинальному значению, т.е.

$$V \% = (U - U_n) / U_n \cdot 100 \%.$$

При этом под отклонениями понимают медленные плавные изменения напряжения, обусловленные изменением нагрузки во времени. В условиях нормальной работы допускаются следующие предельные значения отклонений от номинального напряжения: рабочее освещение в помещениях, где требуется значительное зрительное напряжение, — от  $-2,5$  до  $+5$  %; на зажимах электродвигателей и аппаратов для их пуска и управления — от  $-5$  до  $+10$  %; на зажимах остальных электроприемников — в пределах  $\pm 0,5$  %. По техническим условиям могут быть допущены и более высокие значения отклонений напряжений. Указанные технически допустимые пределы отклонений напряжения, по существу, являются более простой формой учета условий экономичности. Так, снижение напряжения оказывает неблагоприятное воздействие на работу осветительных ламп и электрических двигателей, составляющих вместе с лампами значительную часть всех приемников электроэнергии. Снижение напряжения вызывает резкое уменьшение светового потока ламп накаливания и коэффициента их

полезного действия. При напряжении на 5 % меньше номинального световой поток уменьшается на 18 %, а снижение напряжения на 10 % приводит уже к уменьшению светового потока приблизительно на 30 %. С этим связано и значительное уменьшение освещенности рабочих мест на производстве, что влечет за собой снижение производительности труда и ухудшение его качества. Увеличивается при этом и число несчастных случаев.

При повышении напряжения свыше номинального световой поток ламп накаливания значительно увеличивается, но зато сокращается срок их службы. Так, при повышении напряжения на 10 % световой поток увеличивается примерно на 30 %, а срок службы ламп сокращается почти в 3 раза.

Что касается электрических двигателей, то понижение напряжения значительно уменьшает крутящий момент, что приводит к остановке или невозможности запуска двигателей. При пониженном напряжении у двигателей ухудшается КПД и происходит процесс более интенсивного старения изоляции из-за увеличения тока, проходящего по обмоткам. В ряде случаев снижается производительность соединенных с двигателем механизмов. Иногда снижение напряжения может привести к тяжелым системным авариям. Расчеты показывают, что при длительной работе полностью загруженного двигателя с отклонениями напряжения на зажимах  $U \% = \pm 10 \%$  срок его службы сокращается примерно вдвое.

Работа электротермических установок при снижении напряжения на их зажимах существенно ухудшается, увеличивается длительность технологического процесса, а в некоторых случаях происходит полное его расстройство. Падение напряжения на зажимах электропечей приводит к снижению их производительности. Аналогично на электролизных установках снижается производительность, повышаются удельные расходы электроэнергии и увеличивается себестоимость продукции.

Колебания напряжения  $U_t \%$  характеризуются относительной разностью между наибольшим  $U_6$  и наименьшим  $U_m$  действующими значениями напряжения при скорости изменения напряжения, равной не менее 1 % в секунду.

### 3.4. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА И ЕЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Эффективность использования трудовых ресурсов определяется производительностью труда, которая представляет со-

бой отношение количества продукции к затраченному на нее труду. На практике производительность труда в основном измеряют выработкой, т.е. путем деления объема валовой продукции на среднесписочное число промышленно-производственного персонала. Такой способ измерения производительности труда нельзя признать удовлетворительным, так как при нем продукт живого и прошлого труда относят к затратам только живого труда. При большой доле прошлого труда в продукции энергетики образуется значительная погрешность в измерении производительности труда выработкой. Фактическая выработка электроэнергии определяется графиком ее потребления, а распределение нагрузки по энергопредприятиям зависит от решений, принимаемых диспетчерской службой энергообъединения (энергосистемы). Поэтому результатом труда коллектива отдельной электростанции не может служить только отпущенная энергия. Кроме того, продукция электроэнергетики весьма материалоемка. Вследствие этого на энергопредприятиях для оценки результатов труда применяется несколько показателей. В качестве измерителей используются и натуральные, и стоимостные показатели. Как один из натуральных показателей результатов труда отдельного предприятия использовался показатель готовности оборудования электростанций к несению электрических и тепловых нагрузок.

Производительность труда на электростанциях часто измеряется штатным коэффициентом, представляющим собой численность промышленно-производственного персонала электростанций в расчете на единицу установленной мощности, чел./МВт:

$$m = Ч/N_y.$$

Этот показатель используется как натуральный измеритель производительности труда действующих и проектируемых электростанций. Штатный коэффициент или его аналоги применяются и для измерения производительности труда в отдельных цехах электростанций. Но для котельных цехов, районных котельных численность промышленно-производственного персонала подразделений относят к суммарной номинальной производительности котлов.

Штатный коэффициент отражает степень технического совершенства электростанций, единичную мощность агрегатов, качество топлива для ТЭС, степень автоматизации, механизации, телемеханизации.

Для гидроэлектростанций, отличающихся сравнительной простотой управления и обслуживания, штатный коэффици-

ент значительно ниже, чем для ТЭС. Для крупных гидроэлектростанций он составляет 0,1—0,4 чел./МВт.

Для электросетевых предприятий в качестве измерителя производительности труда применяется коэффициент обслуживания. Это объем работ по обслуживанию оборудования сетевых предприятий, выраженный в условных единицах обслуживания по отношению к численности промышленно-производственного персонала. Одним из основных элементов определения коэффициента обслуживания является соизмерение объема и качества работы по обслуживанию различного вида оборудования и электрических сетей. За единицу обслуживания принимается 1 км электропередачи напряжением 110 кВ. Величина коэффициента обслуживания резко изменяется в зависимости от мощности сетевого предприятия. Чем больше его мощность, тем выше коэффициент обслуживания. Но с ростом мощности увеличение коэффициента обслуживания затухает, асимптотически приближаясь к постоянной величине порядка 45—50 условных единиц обслуживания на одного человека. Кроме коэффициента обслуживания, для измерения производительности труда на электросетевых предприятиях применяется показатель удельной численности промышленно-производственного персонала на 1 км протяженности сетей. Этот показатель отличается слишком большой степенью условности, сильно зависит от структуры оборудования на сетевых предприятиях и поэтому недостаточно характеризует уровень и динамику эффективности труда.

Использование натуральных измерителей производительности труда, применяемых в энергетике, вызывает прежде всего затруднительность обоснованного выбора показателя результата труда. Действительно, установленная мощность электростанции, используемая при расчете штатного коэффициента и играющая роль измерителя результата труда коллектива электростанции, имеет отдаленное отношение к реальному результату труда работников электростанций. Установленная мощность, скорее, характеризует технические условия приложения труда на электростанциях, а не результат деятельности работников этих электростанций.

Штатный коэффициент, так же как и коэффициент обслуживания для сетевых предприятий, характеризует не столько фактическую производительность труда работников этих предприятий, сколько степень технического совершенства созданных или вновь создаваемых энергетических предприятий, если понимать под техническим совершенством объем физических сил природы, приводимых в полезное действие одним работником. Поэтому штатный коэффициент может быть лучше использован как измеритель производительности

труда **промышленно-производственного персонала электростанций на стадии проектирования.** Установленная мощность электростанций мало зависит от деятельности ее работников. Она создается трудом машиностроителей, строительных и строительно-монтажных организаций.

В качестве стоимостного показателя производительности труда в энергетике все же применяют величину валовой продукции в неизменных ценах энергопредприятия, приходящуюся на одного работника, р./(чел.-год):

$$P_{\text{вал}} = (W_g t_g + Q_g t_q + Y_{\text{рем}}) / Ч,$$

где  $W_g$  — годовой отпуск электроэнергии, кВт·ч/год;  $t_g$  — неизменный (сопоставимый) тариф на электрическую энергию, р./кВт·ч/год;  $Q_g$  — годовой отпуск тепловой энергии для ТЭС, ГДж/год;  $t_q$  — неизменный тариф на тепловую энергию, р./ГДж;  $Y_{\text{рем}}$  — объем ремонтных работ и услуг за год, р./год;  $Ч$  — среднегодовая численность промышленно-производственного персонала.

Недостатком показателей производительности труда, используемых для измерения эффективности живого труда, является то, что все они непосредственно не учитывают качество, сложность труда. Затраты труда в них учитываются только по количеству работников в год — среднегодовой численности промышленно-производственного персонала (ППП).

Показатель годовой заработной платы ППП значительно полнее учитывает затраты труда работников энергопредприятий, чем среднегодовая численность ППП. Он пропорционален не только количеству работающих, но и объему и качеству их труда. Но показатель эффективности труда, определяемый как отношение годовой чистой продукции энергопредприятия к годовому фонду заработной платы ППП, в энергетике не рассчитывается. Таким образом, нельзя считать, что к настоящему времени в электроэнергетике установлены обоснованные показатели производительности труда, учитывающие в полной мере основные специфические особенности отрасли.

Основной путь повышения эффективности и производительности труда в энергетике — это использование достижений научно-технического прогресса. Сюда входит большая группа факторов, связанных с внедрением новой, эффективной техники, технологии, механизации и автоматизации трудоемких процессов, внедрение новой техники управления технологическими и производственными процессами, телемеханизация управления. Но следует подчеркнуть, что только эффективная новая техника повышает реальную народнохозяйственную производительность труда. Слишком дорогая техни-

ка, хотя и способствует росту производительности труда в энергетике, в то же время настолько увеличивает затраты труда в фондосоздающих отраслях, что окончательный народнохозяйственный результат может быть недостаточным или даже отрицательным для внедрения такой техники в энергетическое производство. Поэтому рост производительности труда только в энергетике не может быть критерием для решения вопроса о внедрении новой техники в этой отрасли. Этот вопрос должен решаться для всего топливно-энергетического комплекса с помощью методов технико-экономических обоснований.

### 3.5. ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СЕБЕСТОИМОСТИ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Один из основных вопросов в энергетике для экономистов — исчисление себестоимости. И, действительно, энергия — не вещественный продукт, ее нельзя попробовать на вкус или потрогать. В отличие от промышленности формирование себестоимости в энергетике имеет ряд особенностей.

1. Себестоимость энергии исчисляет франко-потребитель, т.е. учитываются затраты не только на производство, но и на передачу и распределение энергии. Это обусловлено жесткой и неразрывной связью между производством и передачей энергии.

2. Отсутствие незавершенного производства ведет к тому, что издержки производства за определенный отрезок времени полностью могут быть отнесены на себестоимость произведенной энергии.

3. Значительное влияние режима производства энергии обуславливает необходимость деления затрат на условно-переменные и условно-постоянные. При этом первые пропорциональны объему производства, а вторые мало зависят от режима производства. В результате появляется зависимость производства и распределения энергии от числа часов использования установленной мощности.

4. На величину себестоимости энергии оказывает влияние наличие расходов по содержанию резерва мощности на электростанциях и в электросетях (например, топливо для обеспечения бесперебойности энергоснабжения потребителей).

5. Уровень себестоимости энергии может значительно изменяться по отдельным типам электростанций и по энергообъединениям.

Для технико-экономических расчетов, связанных с перспективными оценками затрат, используется классификация

по экономическим элементам. Процентное соотношение экономических элементов в общей сумме издержек представляет их структуру. В отличие от структуры себестоимости продукции в других отраслях промышленности в энергетике не выделяют затраты на сырье и основные материалы.

Структура затрат на производство энергии неодинакова для различных энергетических объектов. Так, для ТЭС наибольший удельный вес имеют затраты на топливо, а для ГЭС — затраты на амортизацию, достигающие более 80 %.

В целом для энергетического производства важнейшими элементами затрат являются затраты на топливо  $S_T$ , на амортизацию  $S_{ам}$ , заработная плата  $S_{з.п}$  и прочие расходы  $S_{пр}$ . При проведении сравнительных технико-экономических расчетов на стадии проектных и предпроектных работ нет необходимости определять затраты по всем экономическим элементам. Три элемента затрат — топливо, амортизация и заработная плата — вместе составляют 90—93 % от общей суммы затрат. Поэтому суммарные эксплуатационные расходы можно укрупненно выразить следующим образом (р./год):

$$S = S_T + S_{ам} + S_{з.п} + S_{пр}$$

Затраты на топливо

$$S_T = C_T B = C_T b_0 W_0$$

где  $C_T$  — средневзвешенная цена 1 т условного топлива, р./т;  $B$  — годовой расход условного топлива, т/год;  $b_0$  — удельный расход топлива на 1 кВт·ч электроэнергии, г/кВт·ч;  $W_0$  — отпуск электроэнергии, кВт·ч.

Для исчисления себестоимости энергии на тепловых электростанциях и в котельных используется множество методов. Один из самых интересных — метод “отключений”. Смысл заключается в том, что из суммарных затрат комбинированного производства исключаются затраты на побочные продукты, которые оцениваются по себестоимости их производства или по ценам. В энергетике этот метод нашел отражение при построении треугольника Гинтера (рис. 3.1). На одной стороне треугольника откладывается себестоимость 1 кВт·ч, а на другой — 1 ГДж тепла. Максимальная величина себестоимости 1 кВт·ч будет при  $Q_{отп} = 0$  — когда все затраты ТЭС относятся на электроэнергию (точка В). Наоборот, при  $W_{отп} = 0$  достигается максимум себестоимости отпущенного тепла (точка А). В соответствии с годовыми затратами и строится треугольник. Задаваясь себестоимостью одного вида энергии ( $S_{Т,э}$ ), можно определить себестоимость другого ( $S'_{э}$ ).

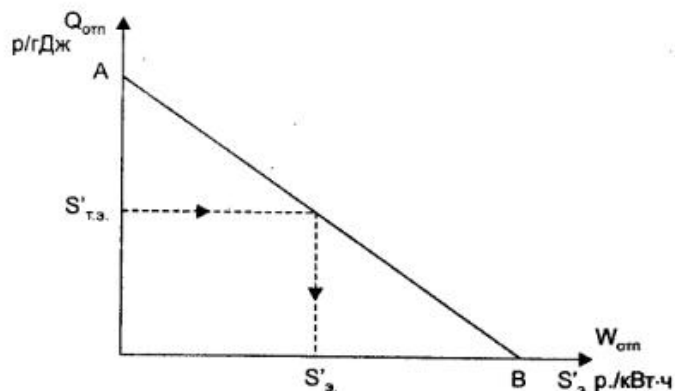


Рис. 3.1. Определение себестоимости электрической и тепловой энергии по методу Гинтера:

$S'_{т.э}$  — себестоимость производства единицы тепла в котельной;  
 $S'_э$  — себестоимость единицы электроэнергии;  $Q_{отт}$  — количество тепловой энергии, отпускаемой на сторону, ГДж;  $W_{отт}$  — количество электрической энергии, отпускаемой на сторону, кВт·ч

### 3.6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ТАРИФНАЯ ПОЛИТИКА В ЭНЕРГЕТИКЕ

Экономическая и тарифная политика реализуется в целях создания условий для поступательного развития ТЭК, своевременного ввода новых мощностей и модернизации старых, бесперебойного снабжения потребителей всеми видами энергии и соблюдения баланса интересов производителей и потребителей энергии.

В практике всех промышленно развитых стран при формировании цен на энергию используется затратный метод (цена равна себестоимости плюс норма прибыли).

Тарифообразование в Республике Беларусь также строится на затратном принципе формирования цены на энергию, однако в промышленно развитых странах, в отличие от существующей у нас практики, в издержки производства включаются не только инвестиции, но и проценты на капитал (у нас — это расходы за счет прибыли).

Следует отметить, что в промышленно развитых странах, как правило, источником развития энергетики являются заемные средства, кредиты, акционерный капитал.

В состав цены включаются также отчисления в различные целевые фонды (на НИОКР, на энергосбережение, на функционирование энергетических комиссий и т.д.).

В странах с высокоразвитой экономикой и избыточными энергосистемами государству нет необходимости регулировать величину каждого элемента затрат. Анализ и оценка деятельности энергокомпаний производится по общей стоимости энергии, так как в стране есть выбор производителей и государство делает этот выбор экономическими методами: налогами, кредитами и т. д. Кроме того, у большинства потребителей есть выбор энергоносителей, следовательно, в странах с рыночной экономикой основным движущим механизмом снижения затрат является конкуренция производителей, в том числе и в энергетике.

Во всех промышленно развитых странах тарифы дифференцируются по группам потребителей в зависимости от издержек на производство, передачу и распределение энергии, поскольку энергообеспечение потребителей, подключенных к высоковольтному напряжению, сопряжено с меньшими издержками, чем энергообеспечение низковольтных потребителей, например, коммунально-бытового сектора.

Тарифы на теплоэнергию также дифференцируются: во-первых, по видам теплоносителя (пар, горячая вода); во-вторых, по параметрам; по удаленности от источника теплоснабжения и по другим признакам.

В Республике Беларусь для расчетов с потребителями применяются одно- и двухставочные тарифы.

Одноставочные используют для расчетов с населением, государственными учреждениями, маломощными промышленными потребителями (мощностью до 7540 кВт), сельским хозяйством, электрифицированным транспортом. Размер платы определяется как произведение цены за единицу энергии на общее потребленное ее количество за данное время:

$$\Pi = T_{ээ} \cdot \mathcal{E}_{потр},$$

где  $T_{ээ}$  — тариф на электроэнергию, р./кВт·ч;  $\mathcal{E}_{потр}$  — объем потребленной энергии, кВт·ч.

Недостаток одноставочного тарифа — экономическая незаинтересованность потребителей в выравнивании графика за счет снижения пиков нагрузки, что облегчит условия работы и улучшит экономические показатели энергосистемы в целом.

Поэтому важно стимулировать снижение пиков нагрузки и потребителей и выравнивание графика, т.е. уменьшать затраты на покупку электроэнергии у других энергосистем. Достоинство этого тарифа: прост, понятен абонентам, минимум измерительных приборов — используется счетчик активной энергии.

Двухставочный тариф состоит из двух частей основной ставки за 1 кВт мощности, участвующей в максимуме нагрузки энергосистемы, и дополнительной — за 1кВт·ч потребленной энергии, как при расчетах по одноставочному тарифу.

А плата равна:

$$\Pi = aP_m + v\mathcal{E}_{\text{потр}}$$

где  $a$  — ставка максимума нагрузки, р./кВт;  $P_m$  — максимум нагрузки;  $v$  — ставка за 1кВт·ч потребленной активной энергии, р./кВт·ч;  $\mathcal{E}_{\text{потр}}$  — энергия, потребленная и учтенная по счетчику, кВт·ч.

Такой тариф экономически поощряет потребителей к снижению мощности и максимума нагрузка за счет уплотнения и выравнивания их графиков, но при этом усложнены расчеты с потребителем.

Тарифы на тепловую энергию по своему экономическому содержанию аналогичны тарифам за электроэнергию. Они дифференцированы по энергосистемам и по качеству тепловой энергии, определяемому параметрами теплоносителей (давление, температура) и являются одноставочными.

Недостатки всей системы тарифообразования: 1) связь между прибылью энергосистемы и уровнем энергопотребления (система должна иметь механизм, который устранял бы заинтересованность энергосистемы продавать как можно больше энергии); 2) оплата энергии некоторыми группами потребителей по цене ниже себестоимости, что приводит к неоправданному увеличению потребления энергии и, кроме того, превышению реальной цены энергии для других групп (в частности, промышленных предприятий), что учитывается в стоимости продукции, а значит отражается на жизненном уровне людей.

Есть недостатки и в структуре самих тарифов. Это, в первую очередь, недифференцированность их по времени суток, тогда как в развитых странах (США, Франция, Англия и др.) тарифы дифференцированы не только по часам суток, но и по сезонам, декадам месяца. Удобны тарифы, предусматривающие перерывы в электроснабжении. Потребители, использующие их (крупные промышленные предприятия) идут на снижение надежности электроснабжения в обмен на снижение тарифной ставки за максимум нагрузки. Так, применение тарифов, различных по зонам суток, позволяет сберечь 5—10 % энергии. Они стимулируют потребителей снижать нагрузку в часы максимума нагрузки энергосистемы и заполнять ночные провалы нагрузки.

Дифференцированный тариф во Франции применяется для трех периодов суток зимнего времени года и двух периодов

летнего. В Германии сутки разделены на пять зон, для каждой из которых свой тариф. У нас, к сожалению, нет соответствующих приборов учета и контроля.

Учитывая схожесть структур по управлению ТЭК в прошлом, а также в целом перспективу сотрудничества Республики Беларусь с Российской Федерацией, представляет интерес российский опыт.

В России создана нормативная база государственного регулирования энергетикой, в соответствии с которой тарифы на электрическую и тепловую энергию, предоставляемую предприятиям независимо от организационно-правовых форм, подлежат государственному регулированию. В законах изложены основные принципы государственного регулирования тарифов.

В настоящее время ценообразование в ТЭК Республики Беларусь происходит следующим образом.

Электрическая энергия отпускается в республике по регулируемым Минэкономики единым тарифам, дифференцированным по группам потребителей.

Тепловая энергия отпускается по государственным регулируемым тарифам, дифференцированным по областям и группам потребителей.

Регулирование теплоэнергии производится облисполкомами и Минским горисполкомом по представлению областных производственных объединений и региональных энергетических комиссий.

В основу образования цены положены полные текущие издержки производства, необходимая прибыль энергообъединения, формируемая на основе планируемых объемов капитального строительства в расчетном периоде, и всех видов налогов, взимаемых в соответствии с законодательством Республики Беларусь о налогообложении с хозяйственных субъектов (без каких-либо льгот для энергетики).

Дифференциация тарифов по потребителям выполнена, в основном, по их отраслевой принадлежности.

Пересмотр тарифов на энергию и введение поправочных коэффициентов к тарифам на нее производится по мере изменения общих экономических условий (цены поставляемого топлива, сырья, материалов, оборудования, запасных частей, покупной энергии, при повышении заработной платы и изменении стоимости оказываемых энергетическими предприятиями услуг против тех значений, которые были учтены при утверждении действовавших до настоящего момента тарифов на энергию).

За период действия единых тарифов на энергию выявились основные недостатки существующей тарифной политики.



Прежде всего, это ее выраженная социальная направленность. Действующий тариф для населения на электроэнергию возмещает себестоимость на 72,9 %, а тариф для населения на тепло возмещает себестоимость только на 28,5 %. Вся разница в виде перекрестного субсидирования перекладывается на тариф для промышленных потребителей. Перекосы в ценообразовании привели к тому, что соотношение между тарифами для населения и себестоимостью производства и распределения энергии было нарушено. В результате сегодня мы имеем такие объемы перекрестного субсидирования, при которых промышленные потребители теряют конкурентоспособность на современном рынке товаров. Особенно катастрофическая ситуация складывается по тарифам на теплоэнергию.

В последние годы из-за спада промышленного производства наблюдалась тенденция снижения удельного веса промышленности в общем потреблении теплоэнергии, что в свою очередь привело к увеличению перекрестного субсидирования за счет промышленности.

Кроме перекрестного субсидирования населения, на размер тарифа для промышленности оказывает влияние перекрестное субсидирование других льготных групп потребителей, теплоэнергия которым отпускается по тарифу ниже себестоимости: больничным учреждениям Минздрава; тепличко-парниковым хозяйствам и др.

Действующая система тарифообразования нуждается в совершенствовании. Об основных мерах по улучшению тарифообразования в энергетике Беларуси будет отмечено в разделе 5.4.

### 3.7. ИНВЕСТИЦИОННАЯ ПОЛИТИКА И КАПИТАЛОВЛОЖЕНИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Инвестиционная политика ставит целью создание условий для привлечения, эффективного распределения и использования денежных средств для обеспечения устойчивого развития ТЭК.

В качестве основных источников финансирования в энергетике можно рассматривать:

- собственные средства предприятий ТЭК, накапливаемые за счет амортизационных отчислений и прибыли;
- отраслевые инвестиционные фонды, формируемые из поступлений от продажи топлива, электроэнергии и тепла;
- кредиты, займы и привлеченные средства из внешних источников: международных фондов и финансовых организа-

ций, отечественных и зарубежных банков, частных компаний, частных лиц;

- бюджетные средства.

Одним из источников инвестирования являются амортизационные отчисления, предназначенные для простого воспроизводства основных фондов. В настоящее время величина амортизации весьма занижена и не соответствует тому объему затрат, который необходим для обновления устаревшего оборудования. Учитывая сильную изношенность оборудования и значительные объемы работ по его замене, необходимо увеличить нормы амортизации таким образом, чтобы потенциал инвестирования за счет амортизации был достаточным для замены выбывшего из строя оборудования, для модернизации и реконструкции отслуживших свой физический и моральный срок агрегатов.

Другим источником инвестирования является прибыль. Эти средства направляются на финансирование строительства объектов областного значения.

Ввиду недостаточности указанных выше двух источников инвестирования, в составе тарифов предусматривается третий источник, так называемый инвестиционный фонд. Этот фонд предназначается для централизованного финансирования объектов энергетического строительства республиканского значения.

Таким образом, в нынешних условиях хозяйствования основным источником инвестирования являются собственные средства в результате продажи ТЭР, но они не обеспечивают требуемого объема инвестиций из-за хронических неплатежей потребителей за ТЭР. Недостающие средства для развития могут быть получены за счет мер по корректировке правового, экономического механизма, ценовой и тарифной политики, а также из внешних источников. Рассматривая внешние источники инвестиций, следует учитывать, что в силу ограниченности свободных капиталов распределение финансовых ресурсов происходит в условиях жесткой конкуренции между теми, кто желает привлечь инвестиции, и выигрывает сторона, которая обеспечивает наилучший инвестиционный климат.

Как правило, инвестиционный климат оценивается путем определения степени рисков для инвестиций (политических, финансовых, инфляционных и др.).

Чем хуже инвестиционный климат, тем соответственно выше риск для инвестиций. В такой ситуации инвестор может принять решение отказаться от намерения сделать инвестиции или потребует для себя большую долю прибыли от инвестиций в качестве компенсации за риск. Таким образом, небла-

гоприятный инвестиционный климат и повышенный риск для инвестора уменьшают вероятный объем выгод для получателя инвестиций, и капитал уходит в другие области. Факторами, способствующими привлечению инвестиций в Республику Беларусь в настоящий момент, являются — удобное географическое положение, относительно дешевая рабочая сила и квалифицированные кадры.

## **4. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ — ОСНОВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

### **4.1. ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ — В ЕЕ ЭКОНОМИИ**

Удельный показатель расхода энергии на одного человека уже давно стал своеобразным определителем технического прогресса и экономического развития государства. В зависимости от состояния его экономики существует вполне определенный предельный уровень затрат на энергообеспечение, который может государство позволить, не вызывая негативных последствий и обострения социально-экономической напряженности.

Для Беларуси, не располагающей достаточными природными энергоресурсами, вынужденной ныне покупать зарубежное топливо по рыночным ценам и переживающей известные трудности переходного периода, этот предельный уровень уже превзойден. Большинство промышленных, сельскохозяйственных и транспортных предприятий не в состоянии оплачивать потребляемую энергию по непомерно высоким тарифам и вынуждено сокращать свое производство. Необходимость удешевления энергообеспечения в республике стало острой национальной проблемой, требующей незамедлительного решения.

Приведенные ниже данные почерпнуты из Национального отчета о развитии Беларуси для ООН за 1999 г., данных Государственного комитета по энергосбережению и энергонадзору, материалов научно-практических семинаров и конференций по энергосбережению, результатов экспериментальных проектов в области энергосбережения и других источников.

Беларусь импортирует более 85 % энергоносителей, что поглощает до 90 % валютных резервов страны. При этом 30 % импортируемых энергоресурсов расходуется на отопление зда-

ний и сооружений. Один день отопительного сезона обходится бюджету нашей страны примерно в 1 млн дол. США.

За счет проведения технических мероприятий по энергосбережению (наружного утепления, замены обычных окон на окна со стеклопакетами, учета и регулирования энергоресурсов и т.д.) можно сэкономить более 50 % энергии, расходуемой на отопление жилого фонда, что составляет по итогам 1998 года около 20 % от общего потребления энергии в стране. Только за счет внедрения систем учета и регулирования подачи тепла можно сэкономить 6—18 % потребляемой энергии, а в некоторых случаях — до 40 %.

Интересно, что немногочисленные экспериментальные объекты, оборудованные соответствующими приборами и утепленные в соответствии с требованиями времени, демонстрируют результаты, превосходящие вышеназванные расчетные цифры. Однако массового практического интереса к такому переоборудованию и термомодернизации жилого фонда в нашей стране пока не наблюдается.

Существует несколько способов удешевления энергии. Для республики их немного, и применять их следует одновременно. Например, можно устанавливать выгодные отношения со странами — поставщиками энергоресурсов, используя экономические и политические факторы, как это осуществляется сейчас во взаимоотношениях с Россией. Можно и нужно улучшать структуру приходной части топливного баланса, добываясь экономически оптимального соотношения в потреблении нефти, природного газа, угля с учетом его переработки, обеспечивающей экономически и экологически чистое потребление, а также использование местного топлива. Но главным было и остается всемерное задействование имеющихся внутренних резервов экономии, то есть энергосбережения.

*Энергосбережение* — организационная, научная, практическая, информационная деятельность государственных органов, юридических и физических лиц, направленная на снижение расхода топливно-энергетических ресурсов в процессе их добычи, переработки, транспортировки, хранения, производства, использования и утилизации.

Основа энергосбережения — рациональное использование энергоресурсов и сокращение их потерь. Во всех передовых странах широко применяется энергосберегающая политика. *Энергосберегающая политика государства* — правовое, организационное и финансово-экономическое регулирование деятельности в области энергосбережения.

Примером осознания важности решения проблемы энергосбережения является Закон Республики Беларусь “Об энергосбережении”, принятый в 1998 году.

Кроме того, в Республике Беларусь разработаны основные направления энергетической политики, а также республиканская программа энергосбережения, о содержании которых мы поговорим в последующих разделах.

Энергетический кризис 70-х и 80-х гг. на Западе и экологическое воздействие энергетики на окружающую среду внесли новые тенденции в развитие энергетики. В 80—90-х гг. увеличение валового внутреннего продукта в развитых странах достигалось только за счет энергосбережения. И время показало, что это экономически оправдано.

Оказывает влияние на энергосбережение и динамика цен на энергоресурсы — до 70 % энергосбережения США обязано ценам.

В 80-х гг. в США, Японии, Германии, Англии, Швейцарии и других странах отменен контроль государства за ценами на энергоресурсы и взята ориентировка на рыночный механизм, как главное средство решения проблем энергосбережения, что повысило эффективность использования энергии.

За год Беларусь потребляет около 75 млн Гкал энергии. В том, что сегодня потребление энергии в Беларуси существенно уменьшилось, немалая заслуга созданного всего несколько лет назад Комитета по энергосбережению и энергонадзору при Совете министров. Именно эта организация в настоящее время регулирует использование энергии физическими и юридическими лицами.

В Беларуси разработано около 90 различных направлений сокращения затрат энергии. При этом главная задача комитета состоит не в сокращении расхода энергии как таковом, а в рационализации ее использования. Именно рациональное использование энергоресурсов в быту и на производстве сегодня является основным энергетическим резервом для Беларуси.

Как отмечалось выше, Республика Беларусь относится к числу государств, которые недостаточно обеспечены собственными энергетическими ресурсами. Это создает особые условия функционирования экономики государства, делает ее уязвимой и зависимой от внешних поставщиков. В то же время показатель энергоемкости валового внутреннего продукта республики, по данным экспертов, в 3—4 раза выше, чем в странах Европейского союза.

В этих условиях правительством Республики Беларусь проводится энергетическая политика, направленная на модернизацию и трансформацию топливно-энергетического комплекса, снижение энергоемкости всех видов продукции, разра-

ботку и внедрение в народном хозяйстве ресурсо- и энергосберегающих технологий.

Цель этой политики была определена Президентом Республики Беларусь на республиканском совещании по вопросам стратегии развития промышленного комплекса (г. Могилев, ноябрь 1997 г.): снижение к 2015 г. энергозависимости республики от внешних поставщиков как минимум наполовину.

Исходя из этого, Государственным комитетом по энергосбережению и энергонадзору разработан и реализуется комплекс мер, направленных на достижение указанной цели. Одна из таких мер — проведение в областных и районных центрах республики серии научно-практических семинаров, посвященных проблемам внедрения энергосберегающих технологий и оборудования.

Продолжена работа по выполнению постановления Совета Министров Республики Беларусь от 19 июня 1998 г. № 965 “О мерах по усилению работы по реализации энергосберегающей политики в республике” и распоряжения премьер-министра Республики Беларусь от 01.02.1999 г. “О мерах по дополнительной экономии топлива”.

По подсчетам специалистов, сегодня для Беларуси энергосбережение в 4 раза выгоднее, чем развитие энергетики.

## 4.2. ОБЪЕКТИВНАЯ НЕОБХОДИМОСТЬ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ЕГО ПРОБЛЕМЫ

Чтобы раскрыть проблематику энергосбережения на современном этапе, ответить на вопрос, кто виноват в допущенных просчетах, следует заглянуть в нашу недалекую историю и проследить, какие факторы определяли становление энергетики в годы советской власти.

Семьдесят лет мы строили новое общество в огромной стране, будучи убежденными, что природные ресурсы ее неисчерпаемы. Главным традиционно считалась не эффективность производства, а справедливое распределение благ. Пренебрежение экономической стороной дела являлось одной из главных причин существующего положения в энергосбережении.

Оно привело, во-первых, к тому, что при сравнении вариантов стали использоваться натуральные показатели — расходы металла, цемента, трудозатрат и пр., — не дающие целостного представления об истинной экономической эффективности. В экономических взаимоотношениях между предприятиями и предприятий с государством использовались волевые цены на энергоресурсы и другие виды продукции. Это “двой-

ная” бухгалтерия содействовала тому, что заложенные в проекты энергосберегающие мероприятия и технологии на практике оказались экономически невыгодными и в большинстве случаев либо не реализовывались, либо бездействовали.

Кроме того, государство всегда стремилось занижить цены на энергоресурсы волевым порядком, несмотря на высокую и растущую их стоимость на мировом рынке. Делалось это для создания видимости экономической конкурентоспособности производимой продукции и дешевизны услуг, оказываемых населению. А на практике получалось, что экономические просчеты, связанные с низкой производительностью труда и неэффективностью управления, во многом оплачивались перерасходом энергоресурсов, ложась дополнительным бременем на топливно-энергетический комплекс народного хозяйства в целом.

Во-вторых, государство всегда устанавливало приоритет плана над экономическими возможностями и эффективностью.

Когда не хватало денег на строительство запланированных объектов, а не хватало их практически всегда, то шли по линии урезания сметных затрат, в первую очередь на экологические и энергосберегающие мероприятия. По этой причине сплошь и рядом не осуществлялась установка систем, предназначенных для улавливания загрязнений, использования уходящего тепла, регулирования энергопотребления и т.д.

В-третьих, существовал обман, а точнее самообман, в определении проектных показателей эффективности энергоиспользования посредством отрыва их от реальных условий эксплуатации. В действительности же реальные показатели эффективности теплофикации оказывались намного ниже определенных в проекте.

Немаловажное значение в деле неэффективного использования энергоресурсов принадлежало и человеческому фактору. Основную негативную роль, думается, здесь сыграли отчужденность людей от исполняемого ими дела; отсутствие или мизерность экономического стимулирования труда вообще и вознаграждений за принятие и реализацию более экономических решений.

Согласно статистическим данным потребление энергии в Республике Беларусь за первый период девяностых годов уменьшилось в 1,37, а душевое — в 1,53 раза. Столь резкое его снижение не было результатом успехов энергосбережения. Скорее оно стало следствием кризисного состояния экономики республики и было связано с сокращением производства, снижением ввода жилья и с другими негативными явлениями. В силу технологических особенностей энергосберегающих систем потери энергии за этот период снижались меньшими тем-

пами, вследствие чего эффективность энергоиспользования в республике падала. Это подтверждается и приведенной выше растущей энергоемкостью внутреннего валового продукта.

По звеньям процесса производства энергии энергетические потери рассредоточены крайне неравномерно (табл. 4.1).

Таблица 4.1. Распределение энергетических потерь по стадиям энергопроизводства

Показатель	Потери полные, млн т у.т.	Потери возвратные, млн т у.т.
Добыча, переработка и транспортировка топлива	0,4	0,3
Генерирование электроэнергии	5,8	2,2
Выработка теплоты	2,2	1,0
Потери в электросетях	1,0	0,3
Потери в теплосетях	1,0	0,8
Потребление электроэнергии	1,4	0,4
Потребление теплоты	3,1	2,5
Непосредственное потребление топлива	6,4	4,2
Всего потерь	21,3	11,7

Из приведенных данных видно, что полные потери распределяются между производством энергоресурсов, включая их транспортировку, и потреблением конечных энергоносителей примерно поровну (10,4 и 10,9 млн т условного топлива). Большая же часть возвратных потерь (более 60 %) сконцентрирована в процессах потребления. К тому же потери на этой последней стадии обладают более высоким энергетическим потенциалом, обеспечивающим экономическое преимущество в их реализации, и по уровню понесенных затрат в предыдущих звеньях обходятся дороже. Отсюда следует, что при организации энергосбережения первоочередное внимание должно быть уделено именно данному виду потерь.

### 4.3. ОСНОВНЫЕ РЕЗЕРВЫ И ПРИНЦИПЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

*Энергосбережение* — процесс многогранный и охватывает разные сферы человеческой деятельности. По сути, это образ жизни народа, общества, вырабатывающий определенный психологический алгоритм поведения. Развитие экономики

республики как суверенного государства невозможно без выработки национальной идеи, психологии бережного и экономного использования имеющихся энергетических и сырьевых ресурсов, использования наработанного опыта в этой области другими странами. И это — важнейшая на сегодня сфера деятельности, ресурс повышения конкурентоспособности промышленного производства, способ интеграции экономики в международный рынок.

Энергосбережение — это процесс, при котором сокращается потребность в энергоресурсах и энергоносителях в расчете на единицу конечного полезного эффекта. Энергосбережение — это не только экономия энергии, но и обеспечение условий для наиболее эффективного ее использования. Каков же потенциал энергосбережения в Республике Беларусь?

Традиционно потребление энергии разделяют на три направлений: потребление электроэнергии, потребление теплоэнергии, сжигание топлива.

Потребление электроэнергии, благодаря высокой степени оснащенности приборами учета и квалификации обслуживающего персонала, имеет потенциал энергосбережения 31 % от величины потребления в 1990 г. (13,7 млн т у.т.).

Потребление теплоэнергии (худшая оснащенность, больший объем потребления) имеет потенциал 42 % от уровня потребления в 1990 г. (19,0 млн т у.т.).

Потребление топлива при непосредственном его сжигании (химическая промышленность, промышленность строительных материалов, сельское хозяйство, коммунально-бытовой сектор) имеет потенциал 45 % от уровня потребления в 1990 г. (5,8 млн т у.т.).

Видно, что общий потенциал энергосбережения 18,0 млн т у.т. (-40 % от уровня потребления 1990 г.).

Проанализируем состояние энергоиспользования по отраслям народного хозяйства и конкретным предприятиям, где имеются конструктивные и технологические просчеты и недостатки, допущенные при проектировании и строительстве и в период их последующей эксплуатации. Приведем несколько характерных примеров.

Из 68 нагревательных печей новополоцкого ПО «Нафтан» лишь 11 работают с котлами-утилизаторами и воздухонагревателями, улавливающими тепло уходящих дымовых газов. Остальные 57 вот уже четверть века выбрасывают дымовые газы с температурой от 400 до 600 °С, согревая атмосферный воздух. Если бы котлы-утилизаторы были установлены на всех печах и, кроме того, тепло продуктовых потоков использовалось в бойлерах, то ПО «Нафтан» из потребителя превратился бы в поставщика тепла городу и промышленной зоне.

На могилевском комбинате "Химволокно" не используется энергия химических экзотермических реакций, не полностью задействованы горючие ВЭР. Этого тепла хватало бы на 40—50 % потребности предприятия, а при использовании всех средне- и низкопотенциальных ВЭР этот комбинат также способен был бы превратиться в поставщика тепла городу.

Почти на всех предприятиях несовершенны пароконденсатные системы. Потери тепла с "пролетным" паром и через плохую изоляцию паропроводов достигают 15—16 %. Большое количество энергии теряется с нагретой водой, неиспользуемым сжатым воздухом, с холостым ходом нерегулируемого электропривода, с горючими ВЭР, с неиспользованными отходами деревообрабатывающих производств, с отходами переработки сельхозпродукции, не говоря уже о лесном хозяйстве, и т.д.

В то же время можно утверждать, что:

- беззатратными (организационно-техническими) и быстрокупаемыми (срок — менее 0,5 года) мероприятиями даже на современных предприятиях может быть сэкономлено до 30 % и более потребляемых энергоресурсов;

- установка современных биметаллических конденсатоотводчиков взамен традиционных окупается не более чем за месяц;

- замена теплоизоляции на магистральных паропроводах окупается менее чем за 5 месяцев и т.д.

Велики потери в городских теплосетях, достигающие 12—17 и даже 25 % при существующей норме 5—6 %. Это связано с износом теплопроводов и, главным образом, с несовершенством применяемой изоляции. Особо тяжкий просчет, ведущий почти к 2-кратному перерасходу, допущен при строительстве жилых и общественных зданий. Дело в том, что в течение последних 50 лет ограждающие конструкции зданий выполнялись с неуклонно снижающимся коэффициентом термического сопротивления. Делалось это в угоду экономическим интересам строительного комплекса, в условиях искусственно заниженных цен на энергоресурсы. Из-за этого сейчас, чтобы избавиться от допущенных потерь, необходимо проводить достаточно сложное утепление существующих зданий, менять технологии производства стеновых конструкций, снижать теплопроводность дверных и оконных блоков.

Современное энергосбережение базируется на трех основных принципах:

- во-первых, не столько жесткая экономия электроэнергии, сколько ее рациональное использование, включая поиск и разработку новых нетрадиционных источников энергосбережения;

- во-вторых, повсеместное использование как бытовых, так и промышленных приборов учета и регулирования расхода электрической и тепловой энергии;

- в-третьих, внедрение новейших технологий, способствующих сокращению энергоемкости производства.

Исходя из этого, в энергосбережении выделяют следующие группы мероприятий, обеспечивающие эффективное энергоиспользование и рациональное использование топливно-энергетических ресурсов:

- научно-технические;
- организационно-экономические;
- нормативно-технические;
- информационные;
- правовые.

*Научно-технические мероприятия* по энергосбережению направлены на разработку и использование в производстве новых способов и устройств, отличающихся высокой энергоэффективностью (рис. 4.1).

*Организационные мероприятия* по энергосбережению подразделяются на организационно-массовые и организационно-технические.

Одним из условий обеспечения бережного и рационального использования топлива и энергии, сокращения их потерь в производстве является осуществление на предприятиях организационно-массовой работы, направленной на экономию топливно-энергетических ресурсов. Формы и методы этой работы разнообразны и на каждом конкретном предприятии имеют свои особенности.

Основным назначением организационно-массовой работы является доведение до всех членов трудового коллектива государственной важности экономного и бережного использования топлива и энергии, недопущения их потерь на всех участках производства, вовлечение в работу по экономии каждого работника предприятия, организация работы общественных организаций по выявлению и устранению очагов потерь, изысканию и использованию резервов экономии, премирование персонала за экономию и принятие строгих мер к расточителям топлива, тепловой и электрической энергии.

Основными направлениями организационно-массовой работы по экономии энергоресурсов являются:

- организация соревнования объединений, предприятий, цехов, участков, отделов и служб по экономии энергии;
- принятие обязательств предприятиями, цехами, отделами, службами и индивидуально рабочими и ИТР по экономии топлива, тепловой и электрической энергии;

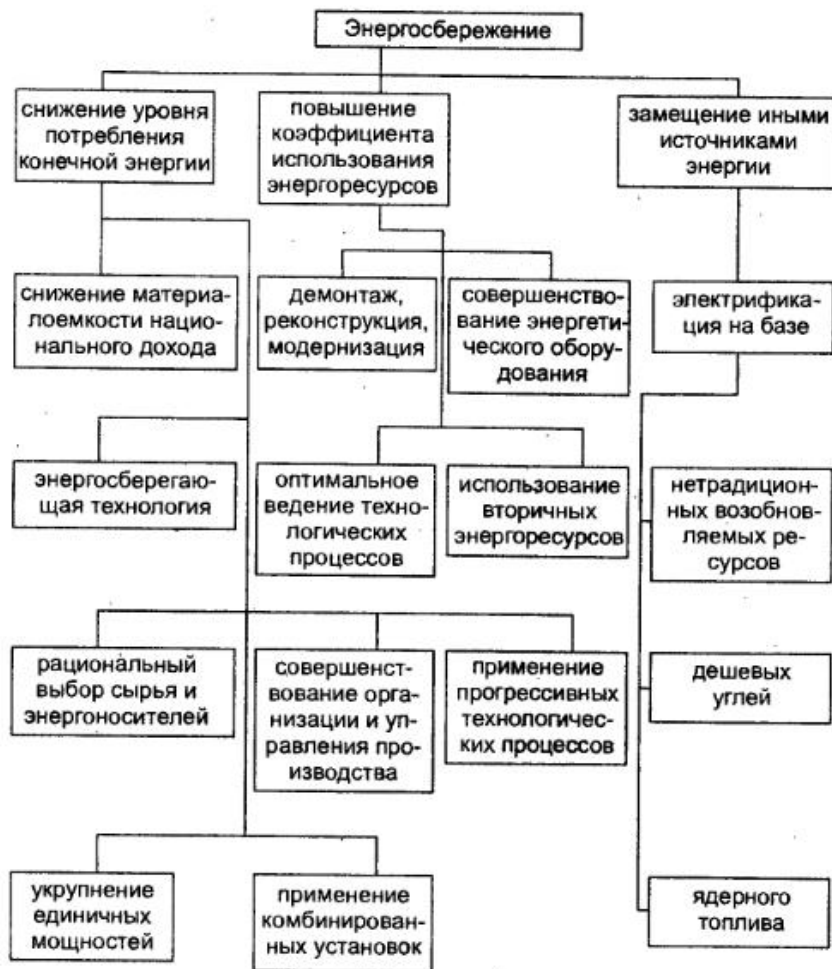


Рис. 4.1. Основные научно-технические мероприятия энергосбережения

- разработка и реализация личных творческих планов энергетиков и других категорий работников предприятий и организаций;
- создание и организация работы комиссий содействия рациональному использованию энергии;
- рассмотрение вопросов экономии топливно-энергетических ресурсов постоянно действующими производственными совещаниями;
- повышение технических знаний в вопросах экономии энергии отдельных категорий рабочих в школах передового опыта, организованных на предприятиях и в организациях;

- обмен опытом с передовыми предприятиями республики и за ее пределами;
- организация специальных совещаний и семинаров с энергетиками предприятий, министерств и ведомств с привлечением научно-исследовательских, проектных институтов и других организаций;
- организация тематических выставок, отражающих достижения передовых предприятий и организаций в решении вопросов рационального и бережного использования энергетических ресурсов;
- проведение общественных смотров и местных конкурсов на лучшее предложение по экономии топлива и энергии, отбор лучших предложений и направление их на областной и республиканский конкурсы;
- активизация на предприятиях разработки рационализаторских предложений по экономии энергоресурсов и оказанию рабочим помощи в оформлении предложений;
- отражение вопросов экономии энергии в комплексной системе управления качеством производства;
- освещение вопросов экономии энергии в настенной печати и заводских многотиражках, в районных, областных и республиканских газетах, в выступлениях по радио и телевидению;
- разработка и применение положений о премировании персонала за экономию электрической и тепловой энергии и использование вторичных энергетических ресурсов;
- организация работы групп контроля по выявлению очагов расточительности в использовании энергии, систематическое проведение ими совместно с энергетиками рейдов по проверке загрузки энергетического и технологического оборудования, использованию сжатого воздуха, освещения, выявлению утечки пара и горячей воды, наличия холостого хода оборудования и т.д.;

- широкое обеспечение предприятий, цехов и участков наглядной агитацией, плакатами по экономии электроэнергии и т.д.
- Программы организационно-технических мероприятий (ОТМ) по экономии топлива, тепловой и электрической энергии разрабатываются на всех уровнях управления и группируются по основным направлениям экономии применительно к производству продукции:
- совершенствование технологии производства;
  - улучшение использования и структуры производственного оборудования;
  - улучшение использования топлива и энергии в производстве;

- повышение качества сырья и применение менее энергоемких его видов;

- прочие мероприятия.

Исходными данными для разработки планов организационно-технических мероприятий по экономии топлива, тепловой и электрической энергии в производстве являются:

- основные направления энергетической политики Республики Беларусь (см. разд. 4.9.1);

- целевая республиканская программа энергосбережения (см. разд. 4.9.2);

- задания по снижению норм расхода топлива, тепловой и электрической энергии на планируемый период, установленные вышестоящими ведомствами, госкомитетом по энергосбережению и энергетическому надзору;

- программы по решению республиканских научно-технических проблем и комплексному использованию природных ресурсов;

- предложения об использовании в народном хозяйстве достижений научно-технического прогресса, результатов законченных научно-исследовательских, проектно-конструкторских работ;

- стандарты на машины и оборудование;

- результаты анализа использования топлива, тепловой и электрической энергии в производстве за предыдущие годы;

- результаты энергетического аудита и анализ программы энергосбережения (см. разд. 4.6.3);

- энергетические балансы предприятий (см. разд. 4.6.1);

- рационализаторские предложения, а также результаты работ по экономии топливно-энергетических ресурсов, достигнутые передовыми предприятиями, цехами, рабочими, бригадами.

При разработке ОТМ необходимо использовать информацию по экономии электро- и теплоэнергии, публикуемую в периодической печати, технических журналах и справочниках, а также рационализаторские предложения, внедренные на других предприятиях, информацию о новых материалах, приспособлениях и оборудовании.

Планы организационно-технических мероприятий подразделяются на основные и дополнительные. Разработка основного плана ОТМ направлена на снижение удельных норм расхода энергии на величину, установленную директивными указаниями вышестоящих организаций. Основной план мероприятий разрабатывается в предшествующий планируемому периоду год, дополнительный — в течение текущего года. Цель дополнительного плана ОТМ — обеспечить выполнение заданий по получению дополнительной экономии энергии.

В разработке планов ОТМ должны участвовать руководители отделов, служб, цехов, участков, технологи, конструкторы, механики, экономисты, передовые рабочие предприятий.

Эффективность основных и дополнительных мероприятий, т.е. запланированная экономия энергии, должна подтверждаться отчетными данными.

*Экономические меры* по эффективному энергоиспользованию включают в себя систему гибких цен на энергоносители и универсальные тарифы; налоговую политику и меры материального стимулирования экономичного энергопотребления.

Экономическая и тарифная политика реализуется в целях создания условий для поступательного развития ТЭК, своевременного ввода новых мощностей и модернизации старых, бесперебойного снабжения потребителей всеми видами энергии и соблюдения баланса интересов производителей и потребителей энергии.

*К нормативно-техническим мероприятиям* по энергосбережению относят действия по созданию соответствующих стандартов и других нормативно-технических и руководящих документов по обеспечению эффективного энергоиспользования и рационального использования топливно-энергетических ресурсов (см. разд. 4.5).

*Информационные мероприятия* по энергосбережению включают в себя проведение информационно-технических семинаров, выставок, конференций, симпозиумов по данной тематике, а также информирование населения через средства массовой информации (печать, телевидение, радио) об основных действиях по рациональному использованию энергии как на производстве, так и в быту.

Безусловно, что все вышеотмеченные мероприятия по энергосбережению должны быть подкреплены соответствующей правовой базой (см. разд. 4.8).

Но вернемся к тому, как успешно реализовать потенциал энергосбережения в республике, который, как уже было сказано, составляет около трети общего энергопотребления и заслуживает того, чтобы относиться к нему, как к важному энергоисточнику.

Очевидно, что в технической сфере наряду с поиском резервов на действующих предприятиях необходимо, прежде всего, собрать и изучить всю информацию о мировом опыте по энергосбережению. При этом следует различать мероприятия, пригодные для действующих и будущих производств. Одновременно надо выявить наиболее приемлемые поставщики энергосберегающего оборудования, определить, что можно производить у себя, и тем самым создать рынок энергетического оборудования на конкурентной основе.



В сфере экономического управления энергосбережением нельзя допускать его отрыва от управления топливно-экономическим комплексом в целом. При этом следует использовать преимущества системного подхода и возможности математического моделирования. Очевидно стоило бы разработать и внедрить в практику единую экономико-математическую модель топливно-энергетического комплекса республики, в которой энергосбережение было бы представлено самостоятельным блоком. Это позволило бы получать оптимальные решения по всему множеству мероприятий и технологий с детальностью вплоть до отдельного предприятия, причем в увязке со всеми звеньями энергохозяйства республики, включая внешние поставки топлива. В организационной области следует произвести "инвентаризацию" потенциальных возможностей как государственных, так и негосударственных научно-исследовательских, проектно-конструкторских и внедренческих организаций, занимающихся энергосбережением, с целью централизованного распределения намечаемых работ между ними.

Помимо сказанного, необходимо пересмотреть методические принципы формирования тарифов на теплоту и электроэнергию в республике. При этом должны быть учтены специфические особенности белорусской энергетики, в частности, значительная доля ТЭЦ, эффективность которых зависит от масштаба выработки ими электроэнергии. В связи с этим в системе тарифов должна присутствовать потребительская составляющая энергоэффекта от теплофикации, зависящая от соотношения тепловой и электрической нагрузки каждого предприятия.

Следует также наладить адресную систему стимулирования и кредитования энергосберегающих мероприятий из централизованных фондов, образованных за счет отчислений от прибыли уже внедренных мероприятий и штрафных санкций за нерациональное энергоиспользование. В целом же механизм стимулирования энергосбережения должен содержать противовесы, которые бы, с одной стороны, не позволяли потребителям подрывать экономичность энергосберегающей системы, а с другой — препятствовали проявлениям монополизма энергетической отрасли по отношению к потребителям. Должны быть разработаны экономические механизмы, стимулирующие предприятия добиваться энергосбережения. Важнейшая роль отводится пропаганде энергосбережения. Проекты по снижению потребления энергии в бюджетной сфере планируется разрабатывать совместно с международными организациями. Особое внимание должно быть уделено пересмотру строительных норм и правил, которые влияют на повышение эффективности использования топлива и энергии в промышленности, строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве.

#### 4.4. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Для оценки эффективности использования энергии в производстве, а также определения эффективности мероприятий по энергосбережению необходимы объективные показатели, которые могли бы отразить реальное использование энергоресурсов и давали бы возможность сопоставить результат оценки с максимальными возможностями обеспечения энергосбережения.

Поэтому, прежде чем выделить эти показатели, проанализируем процесс превращения первичных энергоресурсов в полезную работу, ради которой эти ресурсы использовались.

В любом потреблении энергии присутствуют полезная составляющая и потери. Под *полезно потребленной энергией* понимается та часть израсходованного энергоресурса, которая непосредственно направлена на осуществление поставленной цели и удовлетворение потребностей. В силовых процессах — это механическая энергия на валу двигателя, в температурных технологических процессах — теплота, выделившаяся в объеме технологической печи, в сушилке и переданная нагреваемой среде, в осветительных процессах — количество получаемой световой энергии от осветительных приборов и т.д.

Долю полезно потребленной энергии в расходе первичного природного энергоресурса определяет значение *коэффициента полезного использования (КПИ)*, который является наиболее общим показателем эффективности энергоиспользования.

По значению КПИ судят о совершенстве энергоснабжающего процесса в целом, включая его научно-технический уровень, организацию управления и культуру эксплуатации. КПИ можно определить для отдельного энергопотребляющего процесса, отдельного предприятия, города и республики в целом. В последнем случае КПИ является важнейшим показателем эффективности энергоснабжающей системы государства.

К сожалению, в последние годы не проводилось целевых исследований по определению КПИ энергоресурсов в масштабе республики. Поэтому его величину можно оценить лишь приближенно. Опираясь на данные прошлых лет, зарубежные аналоги и с учетом происшедших изменений в структуре энергопотребления, можно определить наиболее вероятное ориентировочное значение КПИ энергоресурсов — около 42%. Это означает, что суммарные потери энергии в республике по уровню 1995 года (36,7 млн т у.т.) составляют порядка 21,3 млн т условного топлива, или около 2 т условного топлива на каждого жителя. В материалах республиканской

программы энергосбережения потенциал энергосбережения на 2001—2005 годы оценивается на уровне 5,575—7,234 млн т условного топлива.

Если допустить, что весь названный потенциал энергосбережения будет реализован, то КППИ в республике достигнет 74,6 %. При этом суммарные потери энергии будут снижены до 10 млн т условного топлива или примерно до 1 т на каждого жителя.

В свою очередь КППИ определяется как произведение частных коэффициентов полезного действия (КПД) различных звеньев энергоснабжающего процесса, включая добычу, транспортирование, хранение, переработку и преобразование первичных (природных) энергоресурсов, а также передачу, распределение и использование преобразованных энергоносителей. По соотношению частных КПД судят об энергетической эффективности каждого звена.

Для определения других показателей энергосбережения необходимо провести классификацию энергетических потерь. Они делятся на невозвратные и возвратные. К невозвратным относятся потери, которые невозможно устранить существующими ныне способами и технологиями. С их учетом определяются достигнутые на данном этапе технически предельные уровни КПД отдельных звеньев энергетического процесса и КППИ в целом.

К возвратным относятся потери, которые возможно устранить, осуществляя те или иные затраты на реконструкцию. По их величине судят о технически достижимом потенциале энергосбережения. Реальные же масштабы энергосбережения могут оказываться значительно ниже потенциальных и определяться уровнем экономически оправданных вложенных средств.

Зависимость реализации возвратных потерь от осуществленных затрат является важнейшей экономической характеристикой энергосбережения. Нижний предел их иногда может оказываться близким к нулю. Это так называемые малозатратные мероприятия, чаще всего организационного порядка. Верхний экономический уровень затрат в каждом конкретном случае индивидуален и обуславливается стоимостью замещающего энергоресурса в альтернативном варианте. Следует сказать, что экономический предельный уровень затрат на энергосбережение может существенно возрасти, если в цене замещающего энергоресурса учитывать обеспеченность его природными запасами.

Кроме того, при определении показателей энергосбережения необходимо учитывать экономическую закономерность

изменения стоимости потерь по звеньям энергетического процесса, а также по их качеству.

В каждом звене, будь то добыча, транспортировка, преобразование и использование энергоресурсов, расходуются труд, материалы, денежные средства. Поэтому стоимость энергии по мере ее движения к потребителю возрастает, соответственно возрастает стоимость потерь.

Аналогично обстоят дела и с энергетическим потенциалом потерь. Более калорийное топливо, более нагретая вода, пар с более высоким давлением и температурой обладают большим энергетическим эффектом и поэтому имеют более высокую цену, что, к сожалению, не учитывается при существующих тарифах на тепло. Наибольшую цену имеет наиболее качественный и прогрессивный теплоноситель — электроэнергия.

Оба названных обстоятельства необходимо учитывать при экономической оптимизации энергосбережения и распределении средств в энергохозяйстве.

Как отмечалось выше, об эффективности энергосбережения косвенно можно судить по показателю энергоемкости внутреннего валового продукта, сопоставляя его с аналогичными данными других государств.

К сожалению, на данном этапе развития такое сопоставление с промышленно развитыми странами не в нашу пользу.

Кроме энергоемкости внутреннего валового продукта, в сопоставимых ценах рассчитывается также удельная энергоемкость производства отдельных видов продукции и сравнивается с аналогичными показателями энергоемкости производства однотипной продукции на других предприятиях.

Таким образом, *показатель энергоэффективности* — это научно обоснованная абсолютная или удельная величина потребления топливно-энергетических ресурсов (с учетом их нормативных потерь) на производство единицы продукции (работ, услуг) любого назначения.

Какие основные факторы влияют на абсолютное значение энергоемкости?

Кроме экономического роста и цен на энергоресурсы, на энергоемкость влияет НТП. Разница между энергопотреблением на основе старых и новых технологий определяет технический потенциал энергосбережения.

Технический потенциал показывает максимальные возможности энергосбережения. Часть технического потенциала, которая может быть прибыльно освоена, составляет экономический потенциал.

Различают также поведенческий потенциал энергосбережения, который определяется мерой осознания актуальности задачи энергосбережения всеми лицами, реализующими ее.

Для оценки энергоэффективности производства необходимо определить причины повышенного расхода энергоресурсов.

Основные причины повышения расхода энергоресурсов можно разделить на 3 группы.

1. Организационные и эксплуатационные: низкая культура эксплуатации, недостаточная технологическая дисциплина, отсутствие ряда приборов контроля и учета, средств автоматизации, низкое качество проводимых ремонтов.

2. Сырьевые: низкое качество поступающего на предприятие сырья, основных и вспомогательных материалов и веществ.

3. Производственные и технологические: плохое техническое состояние основного и вспомогательного технологического оборудования, слабое внедрение новых конструкций оборудования, технологических процессов и других достижений НТП, направленных на экономию энергоресурсов.

Одним из критериев эффективности энергосбережения, позволяющим оценить его динамику и тенденции, является *показатель энергоэкономического уровня производства (ЭЭУП)*.

ЭЭУП позволяет оценить уровень реализации энергосберегающих технологий, экономических тепловых схем, энергосберегающего оборудования и т.д.:

$$\text{ЭЭУП} = D/W,$$

где  $D$  — результат хозяйственной деятельности рассматриваемого производства, тыс. р.;  $W$  — суммарное потребление энергоресурсов на технологические цели, т у.т.

Таким образом, на основе анализа топливно-энергетического баланса, при ориентировании на установленные обобщенные показатели эффективности использования энергоресурсов, при использовании достижений НТП, передового зарубежного и отечественного опыта на предприятии должна быть разработана программа по сокращению потребления топливно-энергетических ресурсов с учетом изменения объемов производства и ассортимента. Затем, исходя из выделенных на эти цели капложений, программа уточняется и разбивается на этапы. Реализуя мероприятия, имеющие максимальный коэффициент эффективности в пределах выделенных средств, можно добиться максимальной экономии энергоресурсов.

## 4.5. СТАНДАРТИЗАЦИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ — БАЗА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Концепция энергетической политики в новых экономических условиях предусматривает разработку стратегии энергосбережения, а также нормативно-правового и финансово-экономического механизмов ее осуществления. Таковыми являются:

- закон об энергосбережении;
- дополнения и поправки к налоговому законодательству, предусматривающие льготы за проведение энергосберегающих мероприятий;
- стандартизация и сертификация энергоемкого оборудования и энергоприемников массового потребления (электробытовых приборов, источников света, транспортных средств, подъемных механизмов);
- повышение роли органов Государственного комитета по энергосбережению и энергонадзору в контроле за рациональным использованием энергоресурсов.

Предполагается, что механизм применения льгот за разработку, производство и ввод в эксплуатацию энергосберегающего оборудования, а также наложение санкций за нерациональное использование топливно-энергетических ресурсов будут базироваться на показателях и нормативах, установленных стандартами и другими нормативно-техническими и директивными документами. Для обеспечения методического единства всей работы по стандартизации еще в СССР был разработан и утвержден Госстандартом руководящий документ РД 50-384—82 "Методические указания по составу и содержанию вносимых в стандарты и технические условия нормативов расхода топлива и энергии на единицу продукции (работы)", сохранивший свою актуальность до настоящего времени.

Этим документом определялось, что цель — энергосбережение — достигается путем установления в государственных и отраслевых стандартах, технических условиях, регламентах и других нормативно-технических документах на машины и оборудование показателей экономичности энергопотребления и их предельных численных значений (нормативов).

В качестве показателей, характеризующих техническое совершенство машин и оборудования по потреблению ими топлива и (или) энергии в процессе эксплуатации, могут быть приняты:

- коэффициент полезного действия;
- удельный расход топлива на производство электрической энергии;
- холодильный коэффициент;

- расход электроэнергии на выплавку, например, 1 т алюминия и т.п.

Вся суть работы по стандартизации заключается в том, чтобы правильно выбрать показатель и его предельное значение (норматив) и однозначно определить условия, для которых норматив должен выполняться, а также дать методику его определения. Далеко не все производители машин, оборудования, бытовых приборов стремились установить в качестве показателя экономичности энергопотребления такой, который действительно характеризует затраты энергетических ресурсов в процессе производства на них продукции. А когда название показателя экономичности энергопотребления было очевидно (например, коэффициент полезного действия для котлов), разработчики всячески старались установить в стандартах такой норматив, чтобы его выполнение не представляло особых трудностей.

К началу 1986 г. показатели и нормативы экономичности энергопотребления были внесены в 548 государственных стандартов на машины и оборудование, т.е. примерно в 75 % общего количества стандартов, в которые следовало их вносить, тогда как на момент утверждения программы эта цифра составила 20 %. Однако с распадом СССР работы в данном направлении замедлились. К сожалению, стандартизацией в настоящее время охвачено лишь около 20 % оборудования энергоёмких технологических процессов. Задачами стандартизации оборудования на современном этапе являются: уточнение перечня оборудования, задействованного в энергоёмких процессах, по видам потребляемых топливно-энергетических ресурсов; составление перечня первоочередных работ и организация разработки стандартов на это оборудование; установление в этих стандартах показателей и нормативов экономичности энергопотребления. Работу можно ускорить путем создания специальных стандартов, в которых устанавливаются только показатели и нормативы экономичности энергопотребления, а также оговариваются условия их проверки. С известной долей условности такие стандарты можно назвать энергетическими.

Ситуация с созданием базы стандартизации энергосбережения оказывается еще сложнее, если стандартизировать энергопотребление не только для отдельных машин и оборудования, но в целом для технологических процессов. Здесь охват стандартизацией едва ли превышает 10 %.

Оценка экономичности энергопотребления по конечным результатам существенно отличается от бывшей практики нормирования, поскольку при этом производителю не дикту-

ют, что и как он должен делать, а задают лишь входной показатель (количество потребленных энергоресурсов) и учитывают выходной показатель (количество произведенной работы). Но реализовать такой подход гораздо труднее, т.к. он требует углубленного анализа двух факторов одновременно: экономичности машин и самого процесса производства, т.е. технологии. Причем при оценке энергоэкономичности технологии следовало бы ориентироваться не только на внедренные передовые процессы, но и на теоретически необходимые затраты энергии.

В методологическом отношении в стандартизации технологий многое неясно. И главный вопрос состоит в следующем: по какому уровню энергопотребления установить норматив в стандарте. При установлении норматива в стандарте по наилучшему показателю все остальные попадают в разряд расточителей. При установлении норматива в стандарте по наихудшему уровню все заводы подтягиваются к энергетически эффективным, а лучшие достойны налоговых льгот и дотаций. Установление среднего норматива не влияет на существенное изменение энергопотребления. Задача неизбежно трансформируется в проблему учета разных дополнительных условий и обстоятельств, которые в стандарте оговорить невозможно.

Известно, что государственные стандарты — это компромисс между изготовителями (его возможностями) и потребителями оборудования (его желанием). Но когда потребитель не представлен должным образом в органах, утверждающих стандарты, а производителю, как известно, нет резона устанавливать жесткие нормативы, мы получаем стандарт, фиксирующий нормативы давно освоенного и выпускаемого оборудования, да еще с хорошим запасом. Поэтому нужно обеспечить систему мер по процедурам разработки и утверждению стандартов, которая обеспечит установление объективного значения норматива энергопотребления.

Следует разработать систему ответственности, поощрений и санкций, направленную на то, чтобы:

- нормативы энергопотребления, устанавливаемые в государственных стандартах и постановлениях директивных органов Республики Беларусь, носили обязательный характер, а устанавливаемые в других уровнях — рекомендательный;

- предприятие, выпускающее оборудование с энергопотреблением, превышающим стандартный норматив, имело необходимое время для изменения технологии, после истечения которого экономические санкции делали бы убыточным выпуск оборудования, превышающего норматив энергопотребления;

- предприятие, выпускающее оборудование со стандартным нормативом энергопотребления или более экономичное, получало бы существенные льготы по налоговым отчислениям на прибыль;

- продажа оборудования на экспорт могла бы осуществляться предприятием только при выполнении стандартных нормативов.

Указанные меры в сочетании с государственной системой управления энергосбережением будут способствовать выполнению главной государственной задачи — переходу народного хозяйства на энергосберегающий путь развития.

## 4.6. ЭНЕРГОБАЛАНС ПРОИЗВОДСТВА — ОСНОВА ВЫЯВЛЕНИЯ РЕЗЕРВОВ ЭКОНОМИИ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

### 4.6.1. Понятие энергетического баланса предприятия

Для выявления всех резервов экономии энергоресурсов необходимо составлять энергетический баланс. Энергетический баланс (энергобаланс) состоит из приходной и расходной частей.

*Энергобаланс* — баланс добычи, переработки, транспортировки, преобразования, распределения и потребления всех видов энергетических ресурсов и энергии в производстве.

Энергобаланс является отражением закона сохранения энергии в условиях конкретного производства.

Приходная часть энергобаланса содержит количественный перечень энергии, поступающей посредством различных энергоносителей (ископаемое топливо и ядерное горючее, газ, пар, вода, воздух, электрическая энергия). Расходная часть энергобаланса определяет расход энергии всех видов во всевозможных ее проявлениях, потери при преобразовании энергии одного вида в другой при ее транспортировке, а также энергию накапливаемую (аккумулятивную), в специальных устройствах (например, гидроаккумуляторных установках).

Как и в любых других балансах, например, бухгалтерских, приходная и расходная часть энергобаланса должны быть равны.

Основными видами энергии, потребляемой в промышленности, городском и сельском хозяйстве, являются тепловая и электрическая энергия. Поэтому составляют частичные энергобалансы — тепловые и электрические. Рассмотрим особенности составления электробалансов.

В условиях действующих предприятий энергобалансы составляются для отдельных агрегатов или их групп, цехов и предприятий в целом. На основе электробалансов выносится объективное суждение о качестве использования электрической энергии на данном предприятии, в производственных подразделениях или энергоемких агрегатах, выявляются возможности сокращения непроизводительного расхода электроэнергии, ее потерь, в результате чего планируются мероприятия по улучшению электроиспользования.

Различают три основных вида электробалансов:

- 1) фактические, отражающие сложившиеся в цехе или на предприятии производственные условия;

- 2) нормализованные, учитывающие возможности рационализации и оптимизации электропотребления и снижения потерь в механизмах и электрических сетях;

- 3) перспективные, составляемые с учетом прогнозируемого развития производства и его качественных изменений на ближайший период (до 5 лет) или на более длительный срок.

Один из важнейших результатов составления нормализованных электробалансов является возможность нормирования электропотребления на основные технологические процессы изготовления готовой продукции.

Главная цель электробаланса — определение степени полезного использования электроэнергии и поиск путей снижения потерь, рационализации электропотребления. Поэтому основным видом баланса следует считать баланс активной энергии, в основном определяющий реальный режим электропотребления и уровень использования электроэнергии.

Приходная и расходная части принимаются и учитываются по показаниям счетчиков активной энергии и расчетной мощности.

Расходная часть электробаланса активной электроэнергии делится на следующие статьи расхода:

- 1) прямые затраты электроэнергии на основной технологический процесс с выделением полезного расхода на выпуск продукции без учета потерь в различных звеньях энергоемкого оборудования производства (электрических печах, компрессорных и насосных установках);

- 2) косвенные затраты электроэнергии на основной технологический процесс вследствие его несовершенства или нарушения технологических норм;

- 3) затраты электроэнергии на вспомогательные нужды (вентиляцию помещений цехов, цеховой транспорт, освещение);

- 4) потери электроэнергии в элементах системы электроснабжения (трансформаторах, реакторах, линиях);

5) отпуск электроэнергии посторонним потребителям (столовым, клубам, магазинам).

Задачами составления электробаланса являются:

- нахождение расхода электроэнергии по статьям 2, 3, 4, 5 с тем, чтобы выделить расход на основную продукцию предприятия;

- определение действительных удельных норм расхода электроэнергии на единицу продукции предприятия;

- выявление возможности сокращения как непроизводительных расходов электроэнергии (ст. 2, 3, 4, 5), так и расходов на выпуск основной продукции путем проведения различных мероприятий, совершенствующих технологический процесс.

Составление свободного нормализованного электробаланса — завершающий этап анализа фактического баланса предприятия. Нормализованный электробаланс служит основой для оценки резервов экономии электроэнергии на предприятии.

Общие резервы экономии электроэнергии подразделяются на текущие  $\Delta W_T$ , осуществляемые с малыми затратами в текущем периоде, и перспективные  $\Delta W_P$ , реализация которых возможна в более отдаленной перспективе (3—5 лет и более) за счет проведения мероприятий, требующих дополнительных затрат.

Текущие резервы определяются сравнением фактического электробаланса объекта с его электробалансом, составляемых на базе технически обоснованных отдельных потерь.

Текущие резервы экономии энергии:

$$\Delta W_T = \sum_{i=1}^n (\Delta W_{qoi} - DW_{hi}),$$

где  $n$  — число мероприятий, направленных на снижение потерь;  $\Delta W_{qoi}$  и  $\Delta W_{hi}$  — потери электроэнергии в каждом  $i$ -м объекте соответственно до и после проведения мероприятий.

Перспективные резервы определяются сравнением двух нормализованных электробалансов — технически и экономически обоснованного (перспективного)  $W_{ЭК}$ :

$$\Delta W_P = \sum_{i=1}^n \Delta W_{hi} - \sum_{i=1}^n \Delta W_{эки}.$$

Общая структурная схема составления и анализа энергетического баланса представлена на рис. 4.2.

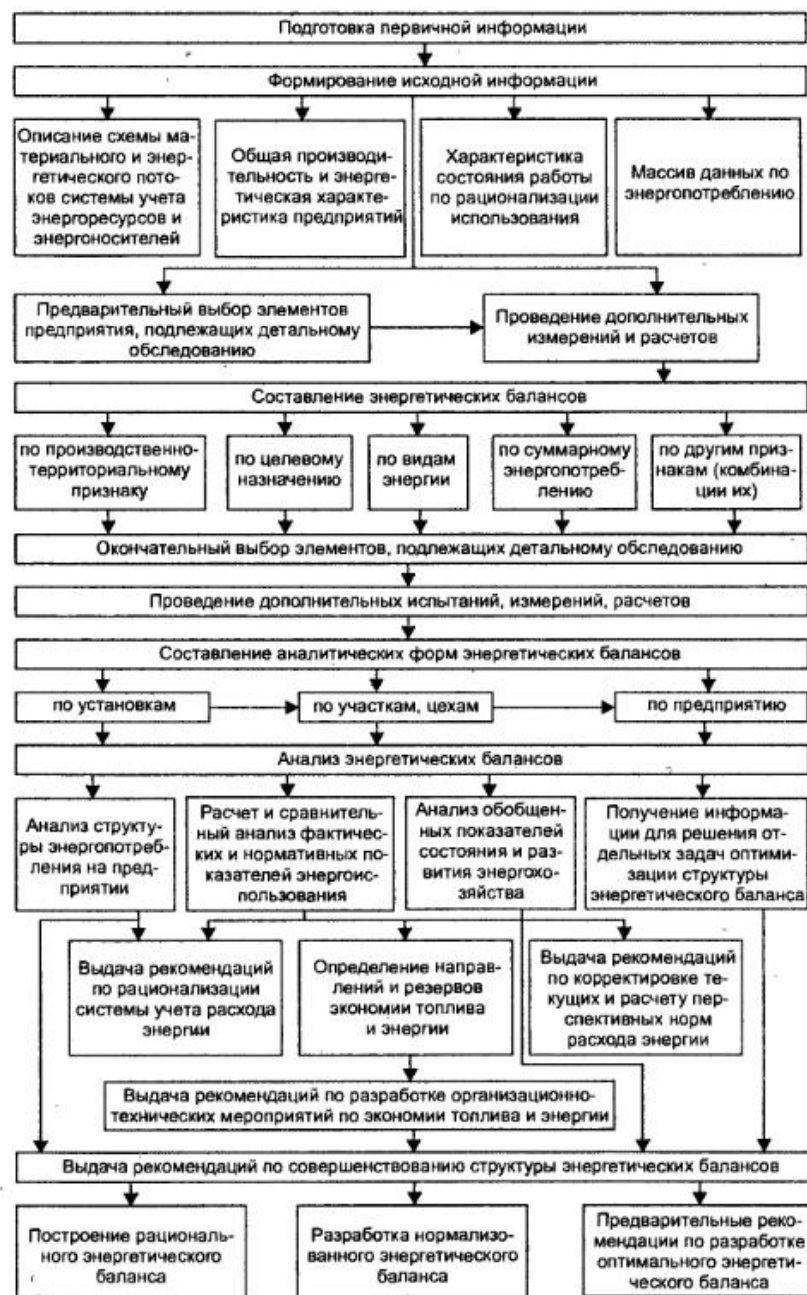


Рис. 4.2. Структурная схема составления и анализа энергетического баланса предприятия

## 4.6.2. Формы учета энергии

В настоящее время существуют три формы учета энергии:

- 1) с помощью измерительных приборов;
- 2) расчетным способом;
- 3) опытно-расчетным способом.

Всякая форма учета предполагает:

- регистрацию первичных показателей количества и качества всех видов энергии, как вырабатываемой и отпускаемой на сторону, так и получаемой со стороны и расходуемой на предприятии.

- оперативный учет расхода энергии с помощью приборов учета в соответствии с утвержденными технически обоснованными нормами ее расхода;

- внесение на основании показаний измерительных приборов поправок на параметры энергоносителей, полученные расчетным путем;

- определение расхода энергии расчетным способом по тем цехам и производственным участкам, где по каким-либо причинам отсутствуют приборы учета.

Регистрация первичных показателей энергоносителей и их оперативный учет, а также первичный учет нагрузок производится по показаниям измерительных приборов (самопишущих или периодической записи). Эти показатели фиксируются в первичной документации учета энергии.

К первичной документации учета энергии относятся: точные ведомости эксплуатации агрегатов, вахтенные (оперативные) журналы, графики нагрузок, программы самопишущих приборов и др. Первичная документация учета должна содержать информацию, на основании которой составляется энергетический баланс и технический отчет по эксплуатации, а также включать первичные показатели, характеризующие качество обслуживания оборудования и его техническое состояние. Все показатели первичной документации фиксируются в суточных ведомостях не реже чем через 0,5—1 ч.

Кроме первичных документов учета энергии на промышленном предприятии должны вестись вторичные документы, которые отражают итоговые и средние показатели работы оборудования и персонала за смену и сутки. Вторичная документация — это суточные рапорты по эксплуатации установок и энергохозяйства, ведомости (рабочие тетради). На основании данных вторичной документации составляются месячные энергобалансы, квартальные технические отчеты по эксплуатации, подводятся итоговые показатели и их анализ.

Наиболее точным и прогрессивным является учет с помощью соответствующих контрольно-измерительных приборов. Все другие способы являются вспомогательными и применяются в основном для распределения расхода энергии между потребителями, имеющими общий учет.

Расчетный способ учета энергии не дает точных сведений о расходе энергетических ресурсов и применяется в тех случаях, когда установка приборов не требуется.

Опытно-расчетный способ учета рекомендуется применять, когда установка приборов учета на данном объекте экономически неоправдана, а расчетный способ не обеспечивает достаточной точности учитываемых энергоносителей. Этот способ учета основан на сочетании разовых замеров энергетических показателей контрольно-измерительными приборами и дальнейшем определении их расчетным путем.

## 4.6.3. Общие сведения об энергетическом аудите

Рациональное использование топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) на промышленных предприятиях является одним из важных способов повышения эффективности их работы. В настоящее время доля энергозатрат в себестоимости продукции (без учета стоимости сырья и материалов) составляет 40—45 %, а в отдельных случаях достигает 70—80 %. Повышение эффективности использования ТЭР достигается двумя путями:

- на основе модернизации технологических процессов и структуры предприятия, что, естественно, требует значительных затрат и зачастую имеет большой срок окупаемости;

- путем поэтапной реконструкции систем энергоснабжения промышленного предприятия, что позволяет в разумные сроки вернуть вложенные средства и подготовить возможность усовершенствования энергохозяйства.

Независимо от выбранного направления, для любого промышленного предприятия (объекта) целесообразной представляется разработка комплексной программы энергосбережения ТЭР. Созданию такой программы способствуют проведение энергетического обследования (энергоаудита) и паспортизация на его основе энергетического хозяйства предприятия.

Энергетический аудит представляет собой комплексное обследование энергопотребления конкретного производства с целью определения резервов экономии энергии, разработки программы энергосбережения и определения размера инвестиций на энергосберегающие мероприятия.

Основные задачи энергоаудита и паспортизации следующие.

1. Выявление неэкономичных режимов работы энергетического и технологического оборудования, что осуществляется на основе обследования работы и энергопотребления предприятия и системного анализа результатов.

2. Определение возможного потенциала энергосбережения на предприятии по видам энергоносителей и оценка размера инвестиций на энергосберегающие мероприятия.

3. Разработка комплексной программы по энергосбережению, включающей в себя технико-экономические обоснования эффективности применения конкретных мероприятий, с учетом динамики развития или реструктуризации предприятия.

4. Составление энергетического паспорта с отражением всех основных сведений об энергохозяйстве предприятия и оценка эффективности использования ТЭР по объектам предприятия.

Среди проблем, связанных с организацией и проведением энергоаудита и паспортизации промышленных предприятий, наиболее важными являются следующие.

1. Создание единого нормативно-правового обеспечения энергосберегающей политики на всех уровнях — от государственного до уровня конкретного предприятия.

2. Разработка единой методики (регламента) проведения энергоаудита промышленных, общегородских и жилых объектов и создание единых форм энергопаспорта для всех обследуемых объектов.

3. Подготовка специалистов по проведению энергоаудита промышленных и общехозяйственных объектов.

Особое внимание при разработке методики проведения энергоаудита следует уделить сбору и анализу статистических данных о потреблении энергоносителей. При этом выявляются:

- эффективность режима энергопотребления производства, цеха, агрегата;
- характер работы технологических установок во времени (в течение суток, дней недели и месяца, выходных дней, летом, зимой и т.п.);
- взаимосвязь показателей расхода энергоносителей обследуемого производства со смежными технологическими производствами.

Анализ потребления ТЭР подразумевает рассмотрение не только характеристик конкретного производства, но и оценку его взаимосвязи с большим числом других производств. Осу-

ществляя анализ только одного производства, без учета взаимосвязи с другими, можно получить не всегда обоснованное решение. Например, если обособленно рассматривать энергопотребление цеха переработки воздуха на предприятии по производству минеральных удобрений, можно определить эффективность его работы за текущий и предшествующий периоды. Однако, не зная в каком объеме требуется азот, кислород, сжатый воздух для работы в других цехах, нельзя не только сделать точный прогноз на будущее (декаду, год) для данного цеха, но и определить целесообразность того или иного режима работы блоков разделения воздуха и различных компрессоров, электропотребление которых в сумме достигает 20—25 % всего электропотребления предприятия.

Объективно выполненный анализ статистических данных о расходе энергоносителей, наряду с фактическими замерами, позволяет получить достоверную характеристику энергопотребления на предприятии и его объектах, например, оценку динамики изменения удельного энергопотребления, оценку эффективности энергопотребления и т.п.

Важной частью энергоаудита является оценка аварийности в системах производства, потребления и распределения энергоносителей на предприятии; этому направлению обследования при проведении энергоаудита в настоящее время не уделяется должного внимания. В то же время анализ аварийности только в системах внутреннего электроснабжения ряда предприятий (например, вырабатывающих минеральные удобрения и нефтеперерабатывающих) показал, что непроизводительные потери энергоносителей вследствие аварийности соизмеримы с потерями энергоносителей по другим причинам (недогрузки трансформаторов, потерь в кабелях, потерь из-за плохой герметичности в системах сжатого воздуха и т.п.).

Методически проведение энергоаудита следует разделять на предварительный этап, на котором происходит ознакомление с объектом и его энергопотребляющими системами и устройствами, и на основной этап — собственно энергоаудит.

Предварительный этап служит для составления программы энергоаудита. На этом этапе определяются основные энергетические характеристики объекта, его систем и устройств, выделяются наиболее энергоемкие системы энергопотребления и места наиболее вероятных потерь энергоресурсов. Предварительный этап выполняется экспертами энергоаудита совместно с персоналом предприятия (объекта). Информацию следует фиксировать в специально разработанных табличных формах и в описательном тексте. В конце предварительного этапа составляется программа проведения энергоаудита, кото-



рая согласуется с администрацией объекта и подписывается двумя сторонами. На всем протяжении энергоаудита происходит сбор информации в соответствии с разработанной программой. Источниками информации могут являться:

- опрос и анкетирование руководства и технического персонала;
- схемы энергоснабжения и учета расхода энергоресурсов;
- отчетная документация по коммерческому и техническому учету расхода энергоресурсов;
- счета от поставщиков энергоресурсов;
- графики нагрузки энергопотребления во времени (час, сутки, месяц);
- необходимые экономические данные (цены, тарифы, себестоимость);
- техническая документация на энергопотребляющее оборудование (паспорта, формуляры, спецификации, технологические регламенты, режимные карты);
- документация по ремонтам, наладочным и испытательным работам;
- документация по энергосберегающим мероприятиям;
- перспективные программы и проекты реструктуризации предприятия или модернизации отдельных его производств.

Перечисленная информация собирается как минимум за 24 последних месяца и группируется, например, по следующим разделам:

- здания (проверка качества изоляции ограждающих конструкций, остекления, уплотнения дверных и оконных проемов, чердачных и подвальных помещений);
- система центрального отопления зданий и цехов;
- система горячего и холодного водоснабжения;
- система водооборотных циклов (техническое водоснабжение) предприятия;
- системы принудительной и естественной вентиляции;
- система газоснабжения объектов;
- система электроснабжения объектов;
- системы технического и коммерческого учета расхода энергоносителей.

Энергоаудит, как правило, выполняется с привлечением исполнителей от различных лицензированных организаций: аудиторских, проектных, исследовательских и пр. Однако опыт проведения энергоаудитов показывает, что наиболее высокие результаты достигаются при решении указанных задач в комплексе единой организацией-исполнителем с привлече-

нием компетентных специалистов при обязательном участии заинтересованных специалистов самого предприятия. Состав группы энергоаудита, естественно, зависит от характера обследуемого объекта и должен включать специалистов по электроснабжению, теплоснабжению, газоснабжению, водоснабжению, компрессорному и холодильному оборудованию, метрологии, контрольно-измерительным приборам и автоматике (КИПиА). Условием достоверного, качественного энергоаудита является наличие приборного парка в совокупности с серьезным программным обеспечением; весьма желательным участие специалиста-системотехника.

В настоящее время отсутствует регламентированная форма энергетического паспорта потребителя (ЭПП), составляемого в процессе энергоаудита для предприятий-энергопотребителей. Это затрудняет обобщение результатов аудита как по отраслям, так и на государственном уровне.

Содержание ЭПП и порядок его составления должны быть непосредственно связаны с регламентом проведения энергообследования потребителя. Так же, как и регламент, энергетический паспорт должен являться нормативно-хозяйственным документом, утверждаемым по единой государственной форме.

Технический отчет о проведении энергетического обследования должен включать в себя следующие характеристики:

- краткую характеристику предприятия и структурную взаимосвязь основных производств предприятия;
- энергоемкость производств предприятия по видам потребляемых энергоресурсов;
- динамику удельного энергопотребления по видам энергоресурсов и по основным видам выпускаемой продукции и сравнение их с соответствующими характеристиками энергоэффективных предприятий-аналогов;
- фонд фактического рабочего времени технологических агрегатов и механизмов с оценкой использования установленных мощностей и коэффициентов их загрузки;
- структуру распределения и учета потребления энергоносителей с оценкой источников их поступления и потребления;
- распределение расхода всех видов энергоносителей по предприятию, т.е. по технологическим переделам, по вспомогательным службам (например, в водооборотных циклах и очистных сооружениях, в компрессорном и холодильном оборудовании, если оно не входит в основной технологический процесс), по ремонтно-механическим, строительным, административно-бытовым службам и т.д.;
- нормативные и фактические потери энергоносителей в распределительных сетях и системах.

В настоящее время энергоаудит в нашей стране осуществляется в соответствии с "Положением о проведении энергетического обследования предприятий, учреждений и организаций", разработанным Государственным комитетом по энергосбережению и энергетическому надзору Республики Беларусь.

По результатам энергетического обследования составляется соответствующий технический отчет, на основе которого разрабатывается оптимальный режим потребления топливно-энергетических ресурсов, а также программа по энергосбережению, выполнение которой контролируется и анализируется до следующего энергетического обследования.

#### **4.7. ОСНОВЫ НОРМИРОВАНИЯ РАСХОДА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ. ПОНЯТИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА**

Нормирование расхода топливно-энергетических ресурсов включает разработку норм их потребления на производство продукции и работ, утверждение и доведение проектных норм до производственных участков и цехов, организацию их внедрения на местах, осуществление систематического контроля за их выполнением и дальнейшим совершенствованием.

*Норма расхода* — это максимально допустимое количество тепловой и электрической энергии для производства единицы продукции или работы установленного качества. Такое определение нормы предполагает, что это постоянно изменяющаяся в результате совершенствования условий производства величина. В понятие "норма расхода" включено определенное требование к качеству выпускаемой продукции.

Само собой разумеется, что нормы использования энергоресурсов должны обосновываться технико-экономическими расчетами с ориентацией на интенсификацию производства, внедрение достижений научно-технического прогресса, учитывать внутренние резервы экономии, обеспечивать наибольший выпуск продукции при наименьших затратах энергоресурсов. Такие нормы называются прогрессивными.

Нормы должны устанавливаться применительно не к достигнутому, а к планируемому уровню организации производства с учетом внедрения новой техники и технологии. Они призваны обеспечить достижение определенной экономии топлива и энергии по сравнению с удельным фактически достигнутым расходом.

Следует учитывать, что плановые нормы и фактические удельные затраты энергии в сложившихся организацион-

но-технических условиях производства — понятия разные. Плановая величина норм расхода устанавливается на единицу продукции или работ с учетом предусматриваемых мероприятий по экономии. Поэтому научно обоснованные нормы нельзя устанавливать на основании данных статистического динамического ряда фактических удельных расходов.

Подлежат нормированию расходы топливно-энергетических ресурсов не только на выпуск основной продукции, но и на вспомогательные технологические процессы и производственно-эксплуатационные нужды (производство холода, сжатого воздуха, кислорода, водоснабжение, отопление, вентиляция, освещение, потери во внутривоздушных сетях и преобразователях).

Установление в отдельности норм расхода тепловой и электрической энергии на производство продукции и работ не дает полного представления об энергоемкости этой продукции и не позволяет судить об эффективности использования топливно-энергетических ресурсов при ее производстве. Поэтому определяются обобщенные проектные, плановые и фактические удельные энергозатраты, включающие прямые расходы всех видов топлива и энергии в производстве единицы продукции, приведенные к принятой универсальной единице соизмерения энергетических ресурсов — тонне условного топлива. При этом удельные энергозатраты определяются на основе соответствующих удельных расходов топлива, тепловой и электрической энергии в производстве единицы продукции и нормативных топливных эквивалентов тепловой и электрической энергии.

##### **4.7.1. Классификация норм расхода**

Нормы расхода тепловой и электрической энергии в производстве классифицируются по следующим важнейшим признакам:

- масштабу применения;
- составу расхода;
- времени действия.

*По масштабу применения* нормы подразделяются на индивидуальные и групповые; *по составу расхода* — на технологические и общепроизводственные; *по времени действия*, т.е. в зависимости от периода, в течение которого действуют нормы расхода, — на годовые и квартальные. В отдельных случаях на предприятиях могут устанавливаться также нормы и по месяцам.

*Индивидуальной* называется норма расхода топлива, тепловой и электрической энергии на производство единицы продукции (работ), которая устанавливается по типам или отдельным топливо- и энергопотребляющим агрегатам, установкам, машинам (паровым и водогрейным котлам, печам, автомобилям и т. п.), технологическим схемам применительно к определенным условиям производства продукции (работ).

*Групповой* называется норма расхода топлива, тепловой и электрической энергии на производство планируемого объема одноименной продукции (работ) согласно установленной номенклатуре.

*Технологической* называется норма расхода топлива, тепловой и электрической энергии, которая учитывает их расход на основные и вспомогательные технологические процессы производства данного вида продукции (работы), расход на поддержание агрегатов в горячем резерве, на их разогрев и пуск после текущего ремонта и холодных простоев, а также технически неизбежные потери энергии при работе оборудования, агрегатов и установок.

*Общепроизводственной* называется норма расхода тепловой и электрической энергии, которая учитывает расходы энергии на основные и вспомогательные технологические процессы, на вспомогательные нужды производства (общепроизводственное цеховое и заводское потребление, на отопление, вентиляцию, освещение и др.), а также технически неизбежные потери энергии в тепловых и электрических сетях предприятия (цеха), отнесенные на производство данной продукции (работы).

Индивидуальные нормы расхода энергоресурсов разрабатываются непосредственно на предприятиях на основе первичной документации, экспериментально проверенных энергетических характеристик или энергетических балансов технологического оборудования и процессов, технико-экономических расчетов и передового отечественного и зарубежного опыта.

Групповые нормы расхода тепловой и электрической энергии устанавливаются на однотипные объекты производства по группе аналогичной продукции, изготавливаемой предприятиями промышленного объединения, концерна, отрасли. Они рассчитываются как средневзвешенные величины индивидуальных норм по рассматриваемой группе предприятий и зависят от соотношения объемов продукции и величины индивидуальных норм расхода.

Технологические нормы разрабатываются для данного технологического процесса производства с учетом участвующих в этом процессе оборудования, применяемого сырья и материа-

лов, степени механизации и автоматизации этого производства. Они, как правило, устанавливаются для энергоемких процессов производства и для энергоемких агрегатов, и служат для проверки рационального использования энергии на отдельных операциях, на том или ином оборудовании, в тех или иных процессах.

Общепроизводственные цеховые нормы предназначены для контроля за рациональным расходом энергии в цехах, для расчета общезаводских норм и для определения результатов энергоиспользования в цехах, для премирования цехового персонала за экономию энергии, а также для осуществления планирования энергопотребления на предприятии.

Общепроизводственные нормы предприятия предназначены для контроля за изменением энергоемкости производства по предприятию в целом, определения потребности предприятия в энергии, для внутриотраслевого планирования распределения электроэнергии.

В промышленности наблюдаются однородные операции, процессы и целые производства. С целью сопоставимости норм, действующих на различных однотипных предприятиях, и обеспечения доведения до отстающих предприятий норм на уровне передовых необходимо, чтобы расходы энергии, относимые на выпуск продукции, по всем предприятиям были одни и те же. Иными словами, необходимо, чтобы был установлен единый состав норм по всем их видам.

Для сопоставления эффективности энергоиспользования важным фактором является размерность норм расхода.

Для энергоресурсов имеются свои единицы измерения. Как отмечалось ранее, расход электрической энергии измеряется в киловатт-часах (кВт·ч), тепловой — в гигакалориях или тысячах килокалорий (Гкал или тыс. ккал), по системе СИ — в джоулях (Дж).

Для других энергоносителей приняты следующие единицы измерения: сжатый воздух, кислород, ацетилен — в кубических метрах ( $\text{м}^3$ ) при нормальных технических условиях — температура  $0^\circ\text{C}$  и давление 760 мм рт. ст.; жидкий кислород — в килограммах (кг); вода — в кубических метрах ( $\text{м}^3$ ).

При разработке норм важно правильно выбрать единицу измерения, на которую будет отнесен расход электрической и тепловой энергии. От этого во многом зависит большая или меньшая подверженность этих норм влиянию случайных факторов. При неудачном выборе единицы продукции возникают энергетически неоправданные колебания удельных расходов.

Поэтому, где это возможно по условиям учета продукции, нормы удельных расходов тепловой и электрической энергии необходимо разрабатывать на производство единицы готовой продукции (тонну чугуна, тонну угля), на единицу перерабатываемого сырья (тонну перерабатываемой нефти), на единицу объема выполняемой работы (тонно-километр и т.д.).

#### 4.7.2. Разработка норм расхода энергии

Выполнение требований, предъявляемых к нормам, возможно только на основе учета всех факторов, влияющих на их величину.

Величина удельного расхода энергии зависит от многих первичных параметров данной операции или данного процесса.

На уровень удельного расхода энергии по отдельной операции влияют физико-химические, геометрические и весовые характеристики сырья и материалов, используемых в операции, характеристики той продукции, которая будет получена в результате этой операции, технологические параметры используемого оборудования: скорость и глубина резания, температура нагрева изделия в печи и т.д., а также степень загрузки технологического и энергетического оборудования.

В технологических процессах расход энергии зависит, с одной стороны, от величины параметров операций, входящих в процесс, с другой, — от состава этих операций, которые оказывают влияние на удельный расход энергии, выход годной продукции, количества брака и другие факторы.

В начале разработки норм устанавливают состав параметров и первичных показателей и их влияние на производительность оборудования и удельные расходы энергии по операциям и процессам, а затем разрабатывают нормализованные энергетические балансы процессов и операций, в ходе чего используют указанные первичные зависимости, паспортно-технические характеристики оборудования и нормативы удельных потерь по их элементам.

Наряду с энергетическими балансами в нормировании и анализе энергопотребления большое значение имеют характеристики, которые представляют собой зависимость абсолютного или удельного расхода электрической и тепловой энергии от того или иного показателя, принимаемого за переменную величину (например, от загрузки оборудования сырьем, от твердости обрабатываемого металла, от процента содержания металла в руде и т.д.), причем все прочие параметрические показатели считаются неизменными.

Нормативные характеристики и энергетические балансы разрабатывают на каждом предприятии по типам оборудования, установок и агрегатов, как правило, путем проведения энергетических испытаний.

В основу разработки технологических норм расхода электроэнергии положены электробалансы, в расходной части которых определяются полезная составляющая расхода и потери. Такое разделение технологической нормы позволяет выделить потери, наметить конкретные мероприятия по их снижению и составить нормализованный электробаланс агрегата.

При соблюдении указанных условий технологическая норма равна:

$$N_{\text{тех}} = (W_{\text{пол}} + \Delta W) / \Pi,$$

где  $W_{\text{пол}}$  — полезная составляющая расхода электроэнергии;  $\Delta W$  — потери электроэнергии;  $\Pi$  — выпуск продукции в натуральном выражении.

Общепроизводственная цеховая норма определяется следующим соотношением:

$$N_{\text{ц}} = (W_{\text{тех}} + W_{\text{всп}} + \Delta W_{\text{п.с}}) / \Pi_{\text{ц}},$$

где  $W_{\text{тех}}$  — расход электроэнергии на технологические нужды;  $W_{\text{всп}}$  — расход электроэнергии на вспомогательные нужды;  $\Delta W_{\text{п.с}}$  — потери электроэнергии в цеховых сетях и преобразовательных установках;  $\Pi_{\text{ц}}$  — объем выпуска продукции цехом.

Общепроизводственные заводские нормы равны:

$$N_{\text{з}} = (W_{\text{ц}} + W_{\text{общ}} + \Delta W_{\text{п.с}}) / \Pi_{\text{з}},$$

где  $W_{\text{ц}}$  — суммарный расход электроэнергии в основных и вспомогательных цехах;  $W_{\text{общ}}$  — общезаводской расход электроэнергии на отопление, вентиляцию, освещение, горячее водоснабжение;  $\Delta W_{\text{п.с}}$  — потери электроэнергии в общезаводских сетях и преобразовательных установках;  $\Pi_{\text{з}}$  — объем выпуска продукции заводом.

Практика показывает, что технологические нормы, полученные для одной и той же продукции на разных предприятиях, различны, что объясняется различиями в качестве сырья, технологическими отклонениями от нормы, различными условиями производства.

### 4.7.3. Понятие энергетического менеджмента

Понятие энергетического менеджмента появилось сравнительно недавно в отечественной литературе. Энергоменеджмент, по сути, представляет собой грамотное, гибкое, непрерывное и научно обоснованное управление энергетическими ресурсами производства, начиная с уровня цеха и заканчивая предприятием, концерном, отраслью.

Энергетический менеджмент включает в себя организацию оптимального функционирования и развития энергетической части любого производства на основе достижений науки, техники, технологии. В свою очередь, это и систематическое проведение энергоаудита (обследования) основного и вспомогательного производства, разработка конкретных рекомендаций и мероприятий по экономии электроэнергии с определением ожидаемых и требуемых средств, ответственность за проведение политики энергосбережения на предприятии, изучение достижений в области энергосберегающих технологий, разработка программ их внедрения на производстве с обоснованием экономической целесообразности энергосберегающих мероприятий, изучение и оценка достигнутых результатов.

Помимо вышеперечисленных мероприятий, энергоменеджер (специальность еще достаточно редкая для наших предприятий) разрабатывает стройную систему стимулирования энергосбережения и роста энергетической эффективности производства, несет ответственность за планирование и выполнение энергетических проектов, за закупку и внедрение энергетически эффективного оборудования.

Энергоменеджмент включает также в себя нормирование расхода энергетических ресурсов; разработку нормативов рационального расходования топлива; рационального отопления, охлаждения, теплопередачи, предотвращения теплопотерь, использования вторичных энергоресурсов, уменьшения потерь электроэнергии в сетях и т.д.

Энергоменеджмент — это, во-первых, не однократное мероприятие, а постоянная, кропотливая многолетняя (окупаемость программ энергосбережения не такая быстрая, как у чисто коммерческих проектов) работа по подготовке одних программ, исполнению и развитию других.

Так как большие проекты распадаются на ряд более мелких и конкретных, то вторым уровнем обязанностей энергоменеджера является согласование интересов собственного производства с возможностями партнеров, предлагающих реализацию мероприятий по энергосбережению.

Взаимодействие с региональными органами власти, общественными организациями, ведомствами по энергонадзору — третий уровень деятельности энергоменеджера.

Четвертым уровнем является четкое знание нормативно-правовых актов, требований стандартов, руководящих документов в сфере энергосбережения и эффективного энергопотребления.

Наконец, пятым уровнем деятельности энергоменеджера является непрерывное повышение собственной квалификации, постоянное изучение передового отечественного и зарубежного опыта проведения энергосберегающих мероприятий.

Иногда энергоменеджмент относят к числу общего управления и распределяют на этапы: 1) проектирования; 2) строительства; 3) эксплуатации промышленных предприятий.

Первые два имеют ограниченную область воздействия из-за небольшого количества строящихся предприятий в сравнении с существующими и проявления эффекта в отдаленной перспективе.

Основная задача проектирования — ориентация на эффективные технологии, использование доступных по стоимости и поставкам энергоресурсов, сбалансированность междисциплинарных энергетических циклов.

Строительство, монтаж, наладка оборудования требуют соблюдения норм с выходом на номинальные режимы работы.

Управление энергоиспользованием в условиях эксплуатации сложнее, так как затрагивает предприятия, имеющие разное время основания, условия комплектации оборудования и эксплуатации. Составляющие процесса управления энергоиспользованием следующие.

1. *Организационные основы:* 1) совмещение усилий технологических, энергетических и планово-финансовых служб; 2) внедрение механизма действенного экономического стимулирования деятельности всех заинтересованных служб (получение и распределение экономической выгоды энергосбережения).

2. *Исходные данные в задаче управления энергоиспользованием.* Нужны корректные характеристики процесса, нужны приборы и системы учета и контроля движения (приход, расход, трансформация) энергоресурсов и энергоносителей. Исходная информация о параметрах энергосбережения используется для контроля текущего режима, для ведения отчетности, коммерческих расчетов, анализа уровня эффективности энергопотребления.

3. *Основные направления повышения эффективности энергоиспользования.*

1. Улучшение качества исходного сырья и энергоресурсов: состава сырья (сушка, очистка), его физического состояния (помол, гранулирование, рассев), химического состава (обжиг, добавка пластификаторов, катализаторов) и т.д.

2. Техобслуживание и ремонт технологического оборудования: очистка рабочих поверхностей теплообменников, оптимизация гидравлических режимов теплосетей, устранение дефектов теплоизоляции, утечек воды, пара, сжатого воздуха, ремонт и замена изношенных элементов и т.д.

3. Рационализация и оптимизация режимов работы оборудования. При таких режимах расход топлива, энергии минимален.

4. Использование вторичных энергоресурсов. Высокопотенциальные ВЭР (400—1000 °С) используют либо регенерацией (возвратом) в первоначальный процесс для нагрева более холодных элементов и /или установкой дополнительных устройств — котлов-утилизаторов.

5. Модернизация и реконструкция. Наиболее результативное и самое дорогостоящее направление энергосбережения. Наиболее распространенные виды работ:

- внедрение систем регулируемого электропривода для снижения расхода энергии;
- замена осветительных ламп на более экономичные типы;
- замена вентиляторов устаревшего типа новыми и внедрение систем автоматического управления для снижения расхода электроэнергии на вентиляцию;
- организация систем оборотного водоснабжения для снижения расхода технологической воды;
- замена поршневых компрессоров турбинными для снижения энергозатрат на выработку сжатого воздуха;
- внедрение прогрессивных производственных технологий.

#### **4.8. НОРМАТИВНО-ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ БАЗА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Закон Республики Беларусь № 190-З “Об энергосбережении” принят Национальным собранием 19 июня 1998 г. и вступил в действие с 15 июля 1998 г.

Настоящим законом регулируются отношения, возникающие в процессе деятельности юридических и физических лиц, в сфере энергосбережения в целях повышения эффективности использования топливно-энергетических ресурсов, и устанавливаются правовые основы этих отношений.

Основными принципами государственного управления в сфере энергосбережения являются:

- осуществление государственного надзора за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов;
- разработка государственных и межгосударственных научно-технических, республиканских, отраслевых и региональных программ энергосбережения и их финансирование;
- приведение нормативных документов в соответствие с требованием снижения энергоемкости материального производства, сферы услуг и быта;
- создание системы финансово-экономических механизмов, обеспечивающих экономическую заинтересованность производителей и пользователей в эффективном использовании топливно-энергетических ресурсов, вовлечении в топливно-энергетический баланс нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, а также в инвестировании средств в энергосберегающие мероприятия;
- повышение уровня самообеспечения республики местными топливно-энергетическими ресурсами;
- осуществление государственной экспертизы энергетической эффективности проектных решений;
- создание и широкое распространение экологически чистых и безопасных энергетических технологий, обеспечение безопасного для населения состояния окружающей среды в процессе использования топливно-энергетических ресурсов;
- реализация демонстрационных проектов высокой энергетической эффективности;
- информационное обеспечение деятельности по энергосбережению и пропаганда передового отечественного и зарубежного опыта в этой области;
- обучение производственного персонала и населения методам экономии топлива и энергии;
- создание других экономических, информационных, организационных условий для реализации принципов энергосбережения.

В законе отражены основные направления энергосбережения, а также регламентируются мероприятия по его проведению. Так, например, Республика Беларусь принимает участие в международном сотрудничестве в сфере энергосбережения. Основными направлениями международного сотрудничества являются:

- взаимовыгодный обмен с зарубежными и международными организациями энергоэффективными технологиями;
- участие Республики Беларусь в реализации международных проектов в области энергосбережения;

- приведение показателей энергоэффективности производства Республики Беларусь в соответствие с требованиями международных стандартов.

Для финансирования мероприятий по энергосбережению в республике создан фонд "Энергосбережение". Его средства создаются за счет поступлений в виде:

- платежей за перерасход топлива, электрической и тепловой энергии свыше установленных норм потребления;
  - экономических санкций за:
  - несвоевременную установку приборов учета расхода топливно-энергетических ресурсов;
  - использование топлива, электрической и тепловой энергии без утвержденных норм их расхода на производство единицы продукции;
  - добровольных взносов юридических и физических лиц.
- Средства данного фонда расходуются на:
- осуществление мероприятий по энергосбережению;
  - участие в международном сотрудничестве в сфере энергосбережения;
  - осуществление мероприятий, связанных с развитием малой и нетрадиционной энергетики, использование возобновляемых источников энергии и вторичных энергетических ресурсов;
  - подготовку и переподготовку кадров для сферы энергосбережения и другие мероприятия.

В законе также предусмотрено экономическое стимулирование энергосбережения. Так, например, потребителям и производителям топливно-энергетических ресурсов, которые осуществляют мероприятия по энергосбережению (в том числе и путем производства и потребления продукции с лучшими показателями по сравнению с государственными стандартами), могут быть представлены льготы в виде субсидий или дотаций.

Если объекты малой и нетрадиционной энергетики, которые принадлежат субъектам хозяйствования независимо от форм собственности, подключаются в установленном порядке к сетям энергосистемы республики, то оплата энергии, которая поставляется этими объектами, осуществляется по тарифам, которые стимулируют создание таких объектов.

В целях стимулирования рационального использования топливно-энергетических ресурсов осуществляется установление сезонных цен на природный газ и сезонных тарифов на электрическую и тепловую энергию, дифференцированных по времени суток и дням недели тарифов на эти виды энергии, а также других форм стимулирования в порядке, определяемом правительством Республики Беларусь.

## 4.9. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

### 4.9.1. Общая характеристика основных направлений энергетической политики Республики Беларусь

Предметом особого внимания энергетической стратегии республики являются следующие проблемы:

- высокая энергоемкость ВВП, которая не позволяет снизить цены на продукцию народного хозяйства республики и обеспечить ее конкурентоспособность;
- критическое финансовое положение отраслей ТЭК;
- несовершенство ценовой, налоговой и финансовой политики государства в отраслях ТЭК, не обеспечивающее их самофинансирование;
- дефицит инвестиций в ТЭК, приводящий к несвоевременному замещению выбывающих мощностей;
- повышение надежности топливообеспечения республики за счет включения новых видов топлива (угля, ядерного топлива и др.) в топливный баланс республики и расширение номенклатуры поставщиков топлива;
- отсутствие современной нормативно-законодательной базы функционирования отраслей ТЭК;
- несовершенство производственной структуры ТЭК в условиях рыночной экономики;
- недостаточная производственная база по выпуску комплектующих, запасных частей, вспомогательного энергетического и энергосберегающего оборудования.

27 октября 2000 года Совет Министров республики принял постановление № 1667, которым одобрил "Основные направления энергетической политики Республики Беларусь на 2001—2005 годы и на период до 2015 года".

Формирование основ энергетической стратегии в Беларуси целенаправленно ведется с 1992 года, когда правительство республики одобрило "Энергетическую программу Республики Беларусь на период до 2010 года".

За истекшие годы в той или иной степени были реализованы многие из стратегических целевых установок и рекомендаций данной энергетической программы:

- функционирование ТЭК в основном обеспечило потребности страны в топливе и энергии;
- реализуется энергосберегающая политика, стабилизировано потребление ТЭР, энергоемкость ВВП в 1999 г. по сравнению с 1995 г. сократилась на 22,4 %;

- снижена техногенная нагрузка ТЭК на окружающую среду;
- стабилизировалась добыча нефти, объем и глубина ее переработки;

• осуществляется эффективное государственное регулирование деятельности ТЭК по обеспечению энергетической безопасности страны;

• продолжается подготовительная работа по проведению структурной перестройки электроэнергетической отрасли;

• принят ряд важных законодательных и нормативно-правовых актов, регулирующих взаимоотношений в ТЭК, определяющих налоговую, инвестиционную политику и ценообразование в нем. Сформирована нормативно-правовая база для реализации энергосберегающей политики.

В то же время некоторые положения энергетической программы выполнить не удалось. В частности:

• хуже прогнозных оценок сформировались экономические, финансовые и объемные показатели функционирования всех отраслей ТЭК;

• фактический объем годовых инвестиций в ТЭК за рассматриваемый период был почти в 2 раза ниже требуемого;

• перекосы и диспропорции в ценовой и налоговой политике привели к нарушению условий самофинансирования хозяйственной и инвестиционной деятельности большинства структур топливно-энергетического комплекса;

• не решена проблема своевременной оплаты за поставленные энергоносители как внутри страны, так и внешним поставщикам.

В условиях проведения реформ ТЭК является своевременным "донором" бюджета и других отраслей, но в результате и сам оказался "заложником" экономических проблем, вызывающих в совокупности основную угрозу энергетической безопасности страны.

Достижение поставленных предыдущими "Основными направлениями энергетической политики" целей по-прежнему остается актуальной задачей, однако сложившиеся социально-экономические условия требуют новых решений.

Новая редакция "Основных направлений" формирует оптимальную в изменившихся условиях энергетическую политику как органическую составляющую экономической политики республики в целом. Учитывая высокую инерционность и капиталоемкость ТЭК, время действия документа устанавливается до 2015 г.

В социально-экономической сфере энергетическая стратегия Беларуси исходит из необходимости достижения в рассматриваемый период следующих основных целей:

• обеспечение приемлемых жизненных стандартов для всех категорий населения;

• создание эффективной, конкурентоспособной экономики.

При этом развитие экономики и энергетики в начальный период будет осуществляться в условиях, характеризующихся ограниченными инвестиционными возможностями, необходимостью использования имеющегося производственного, технологического и кадрового потенциала и, как следствие, относительно низкими темпами структурной перестройки. В последующий период, по мере расширения инвестиционных возможностей, возрастут темпы позитивных, структурных и энергоэффективных тенденций, что будет соответственно сказываться на роли ТЭК и требованиях, предъявляемых к нему со стороны экономики и общества.

Исходя из этого, основной целью энергетической политики республики является определение путей и формирование механизмов оптимального развития и функционирования отраслей ТЭК, а также техническая реализация надежного и эффективного энергообеспечения всех отраслей экономики и населения, создание условий для производства конкурентоспособной продукции и достижения уровня жизни населения высокоразвитых европейских государств.

Главным средством достижения указанной цели должно стать формирование цивилизованного энергетического рынка и экономических взаимоотношений его субъектов с государством. Государственное регулирование этих процессов будет осуществляться с помощью:

• ценовой и налоговой политики, направленной на регулирование уровней и соотношений внутренних цен на топливо и энергию, обеспечивающих как потребности экономики в них и конкурентоспособность отечественных товаропроизводителей, так и финансовую устойчивость отраслей ТЭК; на стимулирование инновационной, инвестиционной и энергосберегающей деятельности хозяйствующих субъектов;

• институционально-организационных преобразований в ТЭК при одновременном совершенствовании методов антимонопольного контроля цен и регулирования естественных монополий;

• совершенствования законодательства и нормативно-правовой базы функционирования энергетического сектора, стандартизации и сертификации, лицензирования деятельности субъектов энергетического рынка.

Основным механизмом достижения целей и задач энергетической политики является система нормативно-правовых актов, реализуемая соответствующими органами власти.



В новой редакции энергетической программы представлены два варианта функционирования народного хозяйства — в оптимальном режиме и на случай непредвиденных обстоятельств. Документ составлен с учетом стратегии развития ТЭК России.

По прогнозу валовое потребление ТЭР в 2010 г. достигнет в Беларуси 39 млн т у.т. (I вариант) или 37,2 млн т у.т. (II вариант) при темпах роста ВВП соответственно 167,3 или 146,6 %. (Для сравнения: в 1990 г. было “востребовано” 55,3 млн т у.т.) Электроэнергии будет использовано 43 или 39,5 млрд кВт/ч (в 1990 г. было 49 млрд), тепловой энергии — 83 или 80 млн Гкал (111,3), котельно-печного топлива — 34 или 32,5 млн т у.т. (44 млн).

Таким образом, намечено сократить объем импорта энерго-ресурсов.

В ближайшей перспективе импортировать газ Беларусь намерена не только из России, но и из Туркменистана. Согласно расчетам правительственных аналитиков, проект газопровода из этой страны через Узбекистан — Казахстан — Россию — Украину технически может быть реализован в короткие сроки и при относительно небольших инвестициях.

В области нефтеобеспечения в качестве альтернативных предлагаются два направления: поставка сравнительно дешевой ближневосточной нефти через порты на Черном и Балтийском морях. Правда, по затратам оба они почти вдвое дороже существующей схемы поставок.

Потребителям угля предложено постепенно заменять его местными видами топлива. В 2010 г. в Беларуси планируется добыть 1,29 млн т собственной нефти, 210 млн куб. м попутного газа, 1 млн т у.т. торфа. До 1,9—2 млн т у.т. с нынешних 1,3 млн т возрастет к 2015 г. заготовка дров.

Признано целесообразным возведение на небольших реках мини-ГЭС суммарной мощностью 250 МВт, которые могли бы вырабатывать 0,8—0,9 млрд кВт/ч гидроэнергии, что равнозначно экономии 250 тыс т у.т. Еще 100—120 тыс т у.т. предполагается сберечь за счет более широкого вовлечения в оборот твердых бытовых отходов.

В 17,9 млн Гкал в год оценивается потенциал вторичных энергоресурсов (пока используется только 2,7 млн), хотя технические возможности позволяют привлекать до 10 млн Гкал/год. Предстоит разработать механизмы экономической поддержки подобных мероприятий — создание фондов стимулирования энергосбережения, использование определенной части (до 50 %) сэкономленных за счет этих мероприятий средств на премирование сотрудников и т.д.

Будет продолжена модернизация отечественных НПЗ с целью увеличения не только объемов переработки (с 14,3 до 16,8 млн т в 2010 г.), но и ее глубины (до 80 %) с получением высококачественных бензинов, дизельного топлива и других продуктов.

Продолжится строительство газораспределительных станций и газопроводов в Витебской и на севере Минской областей, на Полесье и на загрязненных территориях Беларуси. Жилой фонд страны предполагается целиком перевести со сжиженного на природный газ, завершить сооружение Прибугского подземного газохранилища емкостью 1,35 млрд куб. м и начать строительство Василевичского (3,1 млрд куб. м).

В электроэнергетике ситуация следующая. Как отмечалось ранее, установленная мощность всех энергоисточников в Беларуси сейчас достигла 7,818 млн МВт. К 2010 г. потребуется 8,3—9 млн кВт. Предполагается заменить оборудование мощностью 4 млн кВт, поскольку его эксплуатация становится невыгодной в сравнении с импортом более дешевой электроэнергии.

Но и в этой отрасли ставка сделана на постепенное снижение удельного веса импорта: не исключено, что Игналинская АЭС в Литве будет закрыта по требованию ЕС, а экспорт электроэнергии из России упадет в связи с приростом собственного потребления.

Одной из важнейших задач нынешней энергетической политики страны остается энергосбережение. За счет этого фактора энергоемкость ВВП к 2015 г. должна быть снижена на 40—45 %.

Планируется строить ТЭЦ с использованием передовых газотурбинных технологий, которые при одном и том же отпуске тепла обеспечивают многократный (до 4 раз) по сравнению с паротурбинными установками рост выработки электроэнергии.

Готовится оснащение газовыми турбинами существующих энергоблоков на Березовской ГРЭС, развитие газотурбинных и парогазовых технологий на минских ТЭЦ-3 и -4, Гомельской, Гродненской ТЭЦ и др.

По мнению специалистов, в Беларуси завышена роль котельных, находящихся в зоне действия ТЭЦ и прилегающих к ней коммуникаций. Коэффициент полезного действия у таких котельных достигает 94 %. И хотя потребитель, построивший такую котельную, оказывается в выигрыше, этот выигрыш достигается исключительно за счет перекрестного субсидирования.

В программе предусмотрена выработка эффективных мер по правовому обеспечению энергосбережения — по примеру

Дании и Финляндии, которые сегодня являются лидерами в вопросах теплофикации. Согласно законодательству этих стран, если потребитель строит частную котельную в районе теплосети, он платит огромный налог. Разработчики программы считают, что и в Беларуси нужно принять налог на топливо, потребляемое для производства тепловой энергии.

Программа предусматривает также резкое увеличение объемов потребления дров. Отечественная промышленность выпускает котлы, которые могут работать на щепе, на опилках, других отходах. Есть даже планы выращивания в стране специальных, с быстрым набором массы деревьев.

Для полной реализации программы до 2015 г. только в электроэнергетику страны требуется вложить 4—6,9 млрд дол. США, еще 3—3,6 млрд дол. США — на развитие нетрадиционных источников энергии, 1 млрд дол. США — в систему добычи нефти, в нефтепереработку и снабжение нефтепродуктами, 830 млн дол. США в течение каждой пятилетки — на развитие газоснабжения, 162 млн дол. США — на обеспечение ТЭК твердыми видами топлива. Основным источником капиталовложений должны стать собственные средства предприятий ТЭК, инновационные фонды, кредиты, займы и привлеченные средства, в том числе иностранных инвесторов.

#### 4.9.2. Общая характеристика республиканской программы “Энергосбережение”

Реализация имеющегося потенциала энергосбережения является приоритетом энергетической политики, поскольку для республики каждый процент экономии энергоресурсов дает около 2 % прироста национального дохода. Стратегической целью политики энергосбережения является приближение республики к 2010 г. к уровню государств Европейского союза по энергоёмкости валового внутреннего продукта.

В рамках энергетической стратегии разработана республиканская программа “Энергосбережение”, содержащая комплекс наиболее эффективных первоочередных мер по экономии ТЭР и приоритеты последующего обновления технологий.

Первая республиканская программа по энергосбережению, которая была принята в 1996 г. на период до 2000 г., включала комплекс неотложных мер по энергосбережению, которые были сгруппированы в четыре раздела.

I. Организационно-экономические мероприятия.

1. Создание законодательной и нормативно-технической базы по вопросам энергосбережения.

2. Экономическое стимулирование и финансирование работ по энергосбережению.

3. Увеличение объемов использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

4. Организация информации, подготовка кадров и международное сотрудничество.

II. Задания по энергосбережению.

В программе были приведены конкретные цифры по снижению удельных расходов условного топлива на отпуск тепловой энергии, электроэнергии, увеличению использования нетрадиционных, возобновляемых и вторичных энергоресурсов, обеспечению замещения закупаемого местными видами топлива (лес, торф), увеличению использования горючих отходов.

III. Основные направления инвестирования энергосберегающих мероприятий.

IV. Источники финансирования энергосберегающих мероприятий: инновационные фонды, бюджет, средства предприятий.

В ходе реализации Республиканской программы энергосбережения на 1996—2000 гг. были получены следующие результаты:

- созданы законодательная и нормативная базы энергосбережения, включающие закон Республики Беларусь “Об энергосбережении” и целый ряд постановлений правительства Республики Беларусь и нормативных актов, регулирующих деятельность субъектов хозяйствования в сфере энергосбережения;

- создана структура управления энергосбережением, включающая Государственный комитет по энергосбережению и энергетическому надзору, координационный межведомственный совет по энергосбережению и эффективному использованию местных топливных ресурсов, областные и минское городское управления по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов;

- созданы экономические механизмы, стимулирующие эффективное использование топливно-энергетических ресурсов (ТЭР):

- создан республиканский фонд “Энергосбережение”, наполняемый за счет платежей и отчислений в результате применения экономических санкций, добровольных взносов и других платежей в соответствии с законодательством и расходуемый на реализацию мероприятий по энергосбережению;

- предоставление уполномоченными банками льготных кредитов (половина ставки рефинансирования) субъектам хозяйствования на выполнение мероприятий по энергосбережению;

• субъектам хозяйствования, независимо от формы собственности, разрешено включать в себестоимость продукции в течение года после внедрения энерго- и ресурсосберегающих мероприятий стоимость сэкономленных ТЭР, материальных и сырьевых ресурсов и аккумулировать данные средства в создаваемых ими фондах “Энерго- и ресурсосбережение” с последующим их целевым использованием.

С 1996 г. доводятся целевые показатели по энергосбережению для министерств, других республиканских органов государственного управления, объединений, подчиненных правительству Республики Беларусь, областей и г. Минска. Выполнение таких показателей осуществлялось через региональные и отраслевые программы энергосбережения, а также программы отдельных предприятий и организаций. Установлена государственная статическая отчетность о выполнении мероприятий по энергосбережению:

• осуществлялась государственная поддержка энергосбережения (за счет средств бюджета, части инновационного фонда концерна “Белэнерго”, направляемого на энергосбережение, инновационных фондов министерств и ведомств, республиканского фонда энергосбережения).

Работа по энергосбережению проводилась по следующим приоритетным направлениям:

• модернизация и повышение эффективности котельных, внедрение парогазовых и газотурбинных установок;

• оптимизация режимов и схем теплоснабжения;

• замена электродкотельных на более экономичные теплоисточники;

• внедрение систем учета и регулирования энергии;

• использование вторичных энергоресурсов;

• уменьшение потерь при передаче энергии;

• установка энергоэкономичных осветительных устройств;

• внедрение новых энергосберегающих технологий и оборудования;

• внедрение нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

Финансирование предприятий по энергосбережению в 1996—2000 гг. осуществлялось за счет собственных средств предприятия (42—44 % от общего объема), за счет средств инновационных фондов (42—45 %) и других источников (всего — семь).

Главный результат выполнения программы — с 1995 по 1999 г. обеспечен прирост валового внутреннего продукта (ВВП) на 28,3 % без прироста потребления топливно-энергети-

ческих ресурсов, что впервые за последние годы способствовало реализации положительной тенденции снижения энергоемкости ВВП на 22,4 %. Суммарная экономия топливно-энергетических ресурсов в республике в сопоставимых условиях на этот период оценивается на уровне 6,8 млн тонн условного топлива, в том числе за счет реализации энергосберегающих мероприятий — более 4 млн тонн условного топлива.

Создана структура и основные элементы непрерывной системы образования в области энергосбережения, открыта новая специальность “Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент”, в ведущих технических вузах республики образованы кафедры соответствующего профиля, налажена система научно-технологической информации и пропаганды. Активно осуществлялось международное сотрудничество.

Однако по некоторым направлениям энергосбережения имеется ряд проблем, в частности:

• недостаточное использование малоэнергоемкой продукции и незначительная доля малоэнергоемкой продукции в структуре производства ВВП;

• несоответствие тарифов на энергоносители фактическим затратам в коммунально-бытовой сфере и сельском хозяйстве, что не стимулирует экономию ТЭР в этих отраслях;

• слабо используются кредитные средства для внедрения энергосберегающих технологий и оборудования;

• отсутствуют стимулы и практика привлечения иностранного и частного капитала на цели энергосбережения;

• нет системы экспертизы проектов на энергоэффективность и не разработаны энергетические стандарты, нормативные документы.

Республиканская программа энергосбережения на 2001—2005 гг. разработана в целях проведения эффективной целенаправленной энергосберегающей политики и координации деятельности государственных органов по повышению эффективности использования топливно-энергетических ресурсов.

Данная программа определяет приоритетные направления реализации государственной политики в области энергосбережения с учетом имеющегося потенциала и концептуальных задач на 2001—2005 гг., а также пути и методы максимального использования резервов экономии топлива и энергии в республике.

*Стратегическая цель программы* — снижение энергоемкости ВВП и уменьшение зависимости от импорта ТЭР.

Основные задачи программы:

• структурная перестройка отраслей;

- повышение коэффициента полезного использования энергоотраслей и увеличение доли менее дорогих видов топлива в общей топливном балансе;

- увеличение доли местного топлива, отходов производства, нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

Вторая республиканская программа по энергосбережению, в частности, включает:

- концептуальные задачи энергосбережения;
- структуру топливно-энергетического баланса и прогноз потребности энергоресурсов до 2005 г.;
- прогнозируемые объемы использования местных, нетрадиционных и возобновляемых энергоресурсов;
- основные энергосберегающие мероприятия, а также требуемые затраты и эффективность по разным ведомствам;
- крупные инвестиционные проекты;
- вопросы финансирования энергосберегающих проектов;
- предложения по международному сотрудничеству;
- информационное обеспечение, подготовку кадров, пропаганду;
- механизм реализации и контроль над ходом выполнения программы;
- научно-техническое сопровождение программы.

В прогнозируемой структуре потребления энергоносителей планируется увеличение доли электроэнергии и снижение непосредственного использования топлива.

Концептуально основные направления энергосбережения сгруппированы в два блока:

- организационно-экономический;
  - технические приоритеты.
- В организационно-экономические направления деятельности по энергосбережению включены:
- государственная экспертиза по эффективности проектных решений;
  - оценка на соответствие действующим нормативам и стандартам и определение достаточности и обоснованности предусматриваемых мер по энергосбережению;
  - проведение регулярных энергосберегающих обследований хозяйствующих субъектов, а также сертификации продукции по энергоемкости и введение в действие системы прогрессивных норм расхода топлива и энергии;
  - пересмотр тарифной политики на топливо, тепловую и электрическую энергию с целью поэтапной ликвидации перекрестного субсидирования, а также включение в тариф только нормируемых затрат на производство и транспортировку соответствующих видов энергоресурсов;

- разработка новых и совершенствование существующих экономических механизмов, стимулирующих повышение энергоэффективности производства продукции и оказания услуг, определяющих меры ответственности за нерациональное потребление ТЭР как для хозяйствующих субъектов, так и для конкретных руководителей и должностных лиц;

- реализация положений Закона Республики Беларусь "Об энергосбережении" (введение обязательной энергомаркировки бытовых электроприборов и их сертификации по показателям энергопотребления);

- разработка стандартов минимальной энергоэффективности основных видов бытовых электроприборов в соответствии с директивами ЕС;

- подготовка кадров и повышение квалификации специалистов в области энергосбережения.

К основным техническим приоритетам деятельности в области энергосбережения относятся:

- повышение эффективности работы генерирующих источников за счет изменения структуры генерирующих мощностей в сторону расширения внедрения парогазовых и газотурбинных технологий, увеличения выработки электроэнергии на тепловом потреблении, преобразование котельных в мини-ТЭЦ, оптимизации режимов работы энергоисточников и оптимального распределения нагрузок энергосистемы;

- модернизация и повышение эффективности работы действующих котельных;

- внедрение котельного оборудования работающего на горючих отходах;

- снижение потерь и технологического расхода энергоресурсов при транспортировке тепловой и электрической энергии, природного газа, нефти, нефтепродуктов;

- внедрение автоматических систем регулирования потребления энергоносителей в системах отопления, освещения, горячего и холодного водоснабжения и вентиляции;

- разработка и внедрение энергосберегающей технологии при нагреве, термообработке, сушке изделий, производстве новых строительных и изоляционных материалов;

- дальнейшее развитие системы учета всех видов энергоносителей, включая расходы на отопление жилых помещений, а также внедрение многотарифных счетчиков энергии;

- максимальная утилизация тепловых вторичных энергоресурсов;

- разработка и внедрение эффективных биогазовых установок;

- разработка и внедрение технологии использования бытовых отходов и мусора в качестве топлива;
- экономически целесообразное внедрение ветро-, гелио- и других нетрадиционных источников энергии;
- техническое перевооружение автомобилей и тракторов, включая переход на дизельное топливо, сжиженный и сжатый природный газ, разработка и внедрение экономичных двигателей;
- разработка и внедрение технологии получения топлива для дизельных установок из метанола и рапсового технического масла;
- выращивание быстрорастущей древесины для топливных целей;
- децентрализация систем энергообеспечения потребителей с малыми нагрузками и резко переменными режимами работы, теплом, топливом, сжатым воздухом;
- максимальное снижение энергозатрат в жилищно-коммунальном хозяйстве путем внедрения регулируемых систем отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, освещения, утилизации тепла вентвыбросов, сточных вод, использования энергоэффективных стройматериалов, конструкций, гелиоподогревателей.

По расчетам реализация данных направлений потребует финансовых затрат, которые оцениваются в 0,5—0,6 млрд дол. США на период до 2005 г. или ежегодно по 100—120 млн дол. США, а суммарная экономия ТЭР за 5 лет составит 6,3 млн т у.т., что соответствует среднегодовой — 1,3 млн т у.т.

Существующую систему финансового обеспечения государственной энергосберегающей политики предлагается дополнить следующими источниками и способами: акционерные инвестиции; лизинг; вексельное кредитование; займы международных финансовых институтов; целевая часть амортизационных средств; налог на топливо; фонд “Энерго- и ресурсосбережение” в бюджетной сфере; средства частных, отечественных и зарубежных инвесторов.

Наиболее перспективным способом привлечения в республику новых технологий, оборудования, приборов и материалов является создание совместных предприятий с инофирмами.

По вопросам участия в международных проектах программа предусматривает деятельность по следующим направлениям:

- взаимодействие с Всемирным банком для развития энергосберегающих мероприятий в социальной сфере;
- участие в реализации проекта ЕЭК ООН “Инвестиции в области энергоэффективности для ликвидации последствий изменения климата”;

- участие в межгосударственных проектах ТАСИС по обучению специалистов в сфере энергосбережения;
- реализация проектов по энергосбережению по линии Глобального экологического фонда.

Помимо перечисленных направлений, в программе определены конкретные направления деятельности по вопросам информационного обеспечения на базе современных компьютерных технологий, вопросам организации пропаганды, подготовки кадров.

В механизме организации контроля хода выполнения программы изложен перечень организационных мероприятий, которые необходимо осуществлять на различных уровнях управления.

### 4.9.3. Международное сотрудничество в сфере развития энергетики и энергосбережения

Международное сотрудничество Республики Беларусь в первую очередь реализуется в рамках международного проекта по энергосбережению Программы развития ООН (ПРООН), Европейской экономической комиссии ООН (ЕЭК ООН).

В 1995 г. Комиссия ООН по устойчивому развитию (ПРООН) приняла решение поощрять действия правительств в области стабильного развития энергетики в рамках системы ООН. ЕЭК ООН в свою очередь в 1994 г. начала оказывать консультативные услуги в области эффективности использования энергии, приняв свой проект “Энергетическая эффективность в 2000 году”.

В рамках программы “Энергоэффективность-2000” было намечено создание на территории Беларуси энергоэффективных и энергосберегающих демонстрационных зон. Одна из таких зон уже создана в Заславле. Еще одно направление включает вопросы, касающиеся стандартов, рынка и технологии эксплуатации электробытовых приборов. Наконец, завершен проект, который реализовывался Госкомэнергосбережением Республики Беларусь совместно с ПРООН (использование древесины, прежде всего, биомассы, в целях теплоснабжения).

Проект “Энергоэффективность-2000” направлен на повышение энергоэффективности производства и сферы быта, развитие соответствующей инфраструктуры и укрепление потенциала пяти стран Восточной Европы и СНГ — Беларуси, Болгарии, Казахстана, России и Украины, которые подписали Рамочную конвенцию ООН об изменении климата. В процессе реализации проекта, также осуществляемого в соответствии с

программой “Энергоэффективность-2000”, основное внимание уделяется инициативам в таких областях, как городское освещение, работа клиник и центральное отопление.

По условиям названного проекта недопущения ухудшения климата в Беларуси, кроме Заславля, должны быть созданы еще две демонстрационные зоны. Такая зона представляет собой замкнутый географический объект (населенный пункт либо даже отдельное предприятие), в отношении которого реализуются и современные энергосберегающие технологии, и энергосберегающая политика как таковая.

Сегодня демонстрационные зоны созданы в 16 странах Центральной и Восточной Европы, а также СНГ.

Энергосбережение, будучи одним из важных направлений национальной экономической политики, является также неотъемлемым элементом решения экологических проблем Беларуси. Более 60 % всех выбросов стационарных источников страны — это выбросы от сжигания топлива. (Имеются в виду как теплоэнергетические, так и технологические установки.) Деятельность Государственного комитета по энергосбережению и энергонадзору Беларуси направлена на уменьшение количества используемого дорогого импортируемого топлива. Известно, что экономия 1 т угля сокращает объем выброса золы на 250 кг, оксидов серы — на 2 кг, оксидов азота — на 3 кг, оксидов углерода — на 10 кг. Экономия 1000 м<sup>3</sup> природного газа сокращает выбросы оксидов азота на 2,5 кг, оксидов углерода — на 8 кг. Еще более актуальным энергосбережение представляется в связи со смягчением пагубного воздействия на климат. Образование так называемых парниковых газов связано в основном с процессом сжигания топлива. Так, в 1990 г. в БССР общий объем выбросов углекислого газа в результате сжигания органического топлива и работы промпредприятий составил 99,6 млн т. Почти 100 % этого количества составляют выбросы углекислого газа в результате сжигания топлива. Следует отметить, что основным обязательством каждой подписавшей конвенцию страны является сокращение объема выбросов парниковых газов. Что же касается Беларуси, то она должна будет удерживать это количество на уровне 1990 г. По оценкам национальных специалистов, Республика Беларусь в 2010 г. не только не превысит, но и не достигнет данного уровня (то есть 118 млн т против 133). Таким образом, основное обязательство Рамочной конвенции страна выполняет автоматически. Выполнение этого основного обязательства самым тесным образом связано с энергосберегающей политикой, которая сегодня осуществляется в Беларуси. Поэтому проект смягчения вредоносного воздействия на климат чрезвычайно важен для страны — реализация его должна обеспечить вы-

полнение ею своих обязательств в соответствии с Рамочной конвенцией. Проект сулит существенные выгоды национальной экономике.

1 млн дол. США — такую сумму в качестве аванса выделил Всемирный банк реконструкции и развития белорусскому правительству на финансирование затрат по подготовке проекта в области повышения эффективности использования энергии на объектах социальной сферы.

Главными объектами данного проекта являются республиканские учреждения здравоохранения и образования. Здания, находящиеся в ведении этих министерств, потребляют около 40 % тепловой энергии всей бюджетной сферы страны. Между тем они обладают значительным потенциалом энергосбережения при сравнительно небольших капиталовложениях.

Проект готовится в рамках республиканской программы по энергосбережению до 2010 г. Проект Всемирного банка включает следующие мероприятия:

- автоматизацию теплоснабжения (регулирование на тепловом узле и индивидуальное регулирование по помещениям, учет теплоснабжения);
- утепление зданий (тепловая изоляция наружных стен, крыш, подвалов, ремонт и замена окон);
- перевод отдельных автономных котельных на местные виды топлива;
- замену низкоэффективных осветительных приборов и другого электрического оборудования;
- поддержку программы информирования населения о необходимости энергосбережения.

В рамках программ ЕС TACIS завершен проект EBEL 9502, который называется “Демонстрация энергоэффективных технологий в жилищном секторе РБ”.

В рамках проекта были выбраны два рядом стоящих дома по улице Матусевича (второй — контрольный объект). Мониторинг обоих объектов после выполнения на одном из них полного комплекса энергосберегающих мероприятий должен был продемонстрировать результаты, которых можно добиться, осуществив все эти мероприятия.

Впервые в рамках TACIS оказывалась конкретная материальная поддержка в виде предоставления оборудования, могущего быть смонтированным на модернизируемых объектах в ходе внедрения энергоэффективных технологий. Важно и то, что все финансовые вложения подразумевали изготовление всего оборудования и выполнение всех работ белорусскими производителями: теплоизоляцию стен, ремонт и утепление кровли, изготовление и поставку окон и балконных дверей, за-

мену окон в квартирах, в подъездах и подвале, установку балконных дверей и окон, балконных ограждений, остекление балконов, реконструкцию системы отопления (установку центрального теплового счетчика системы отопления, газовых счетчиков, средств автоматического регулирования расхода тепла), реконструкцию систем холодного и горячего водоснабжения (установку центрального счетчика горячего водоснабжения, счетчиков расхода горячей и холодной воды, замену труб), установку термостатических регуляторов для системы отопления.

Проектом было предусмотрено переоборудование еще одной квартиры, то есть создание в Минске демонстрационного, пропагандистского и обучающего центра при поддержке Госкомэнергосбережения Республики Беларусь и Мингорисполкома.

В соответствии с имеющимися данными мониторинга сегодня на этом доме экономится половина энергии, затрачиваемой при эксплуатации аналогичных домов.

#### 4.10. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Наибольшими возможностями в области энергосбережения обладают промышленность, являющаяся наиболее энергоемкой, а также сельское хозяйство и коммунально-бытовой сектор.

В настоящее время самыми эффективными признаны следующие направления деятельности по энергосбережению. Первое направление — это создание нормативной и правовой базы энергосбережения. Второе — создание необходимых экономических механизмов. Третье — создание финансовых механизмов энергосбережения. Четвертое — проведение политики ценообразования, которая отражает затраты на энергоресурсы, производимую продукцию, услуги и определяет уровень жизни населения. Пятое — создание системы управления энергосбережением. И последнее, шестое, — создание информационной системы пропаганды проблем энергосбережения, обучения, переподготовки кадров, менеджеров, работающих в этой сфере.

К настоящему времени в Беларуси созданы основы нормативной и правовой базы по энергосбережению. Несмотря на то, что закон об энергосбережении был подписан недавно, до этого были созданы нормативные документы, позволяющие в полном объеме выполнять работы по энергосбережению. Что касается создания экономических и финансовых механизмов, то в республике принят ряд постановлений правительства и утверждены нормативные документы, обеспечивающие финансирование работ по энергосбережению по всем направлени-

ям, о чем отмечалось выше. Сейчас определены шесть источников финансирования этих работ. Кроме бюджета, имеются инновационные фонды министерств и ведомств, среди которых самым большим является фонд концерна "Белэнерго". Создан государственный фонд "Энергосбережение", который пополняется из бюджета. Для энергосбережения используются средства предприятий и кредиты белорусских банков и международных организаций.

Для управления работами по энергосбережению созданы структуры центрального аппарата и организации в областях. Одним из болезненных вопросов в республике является ценообразование. Еще не достигнута стопроцентная оплата затрат за коммунальные услуги населением, существует система перекрестного субсидирования. В настоящее время в республике проводится активная работа по информационной поддержке мероприятий по энергосбережению.

Кроме разъяснительной работы с населением, определены меры стимулирования деятельности по энергосбережению на производстве. Промышленные предприятия могут поощряться за экономию энергоресурсов и наказываться за их перерасход.

Одной из проблем в работе с населением является изменение отношения к энергоресурсам. Сейчас граждане республики рассматривают энергоресурсы как средство создания комфорта, не обращая внимания на их высокую стоимость.

Для изменения психологии населения, наряду с пропагандистской работой, проводятся такие мероприятия, как изменение системы оплаты за энергоресурсы и коммунальные услуги, техническое обеспечение приборами учета и др.

Одним словом, нужно готовить людей к экономному расходованию продукции энергетики, что позволит в дальнейшем отказаться от перекрестного субсидирования коммунальных услуг.

Пропаганда идей энергосбережения организуется сейчас и в детских учреждениях, в средних и высших учебных заведениях, начата подготовка энергоменеджеров в вузах.

Как отмечалось выше, потенциал энергосбережения в Беларуси составляет около 40 % и распределяется по отраслям и секторам экономики. Если промышленность на сегодняшний день ликвидировала очевидные проявления энергорасточительности, то в социальном секторе предстоит сделать еще много. Так, в республике 38 % топлива тратится на отопление, водоснабжение и другие коммунальные услуги.

В этом секторе можно сэкономить до 50 % всех расходных сейчас энергоресурсов за счет утепления ограждающих конструкций зданий, окон, дверей, регулирования подачи

энергоносителей, усовершенствования систем вентиляции. Проводимая тепловая санация зданий и другие энергосберегающие мероприятия показывают большие возможности по экономии энергии.

#### 4.10.1. Основные направления энергосбережения в промышленности

Спектр проблем, стоящих сегодня перед промышленными предприятиями, достаточно широк. Частые изменения в законодательстве, высокая инфляция, колебания валютного курса, необходимость учиться вести бизнес в новых условиях — это только часть вопросов, требующих своего решения. Как вписывается задача эффективного использования энергоресурсов в данную ситуацию? Должны ли предприятия Беларуси, испытывающие и другие трудности, заниматься вопросами энергоэффективности? Ответ на этот вопрос однозначен — «да»! Ибо это не только обязательно, но и выгодно.

Полезность от эффективного энергосбережения подтверждается мировым опытом, результатами исследований, практикой.

В глобальном масштабе энергосбережение выгодно всем:

- населению оно несет улучшение окружающей среды, условий жизни (рост реальных доходов, новые рабочие места);
- государству — расширение базы налогообложения, снижение капитальных и текущих затрат, увеличение доходов;
- производителям — рост прибыли, загрузку производства и др.;
- инвесторам — проекты и контракты с низкой степенью риска;
- энергоснабжающим организациям — уменьшение доли объемов производства энергии на наименее эффективном оборудовании, снижение потребности в монтаже новых установок.

Для промышленных предприятий есть целый ряд и других преимуществ — как конкретизирующих уже названные, так и принципиально новых. Это в частности:

- увеличение прибыльности;
- повышение конкурентоспособности за счет улучшения соотношения цена-качество;
- сохранение прежних и создание новых рабочих мест;
- возможность увеличения заработной платы;
- возможность осуществления оптимальной загрузки производственных мощностей;
- высвобождение средств для развития бизнеса, вложений в социальную сферу.

Все названное позволит предприятию постепенно перейти от режима пресловутого «выживания» к полнокровной производственной деятельности.

Что же касается аспекта обязательности энергосбережения, то ситуация здесь характеризуется следующими факторами.

Рынок ведет к тому, что сама возможность работы предприятий с повышенной энергоемкостью продукции за счет роста цен практически исчерпана, так как влечет за собой дальнейшее падение и без того низкой конкурентоспособности.

Директивные материалы по вопросам энергосбережения, как можно заметить, сменили тональность. Вместо прежних рекомендаций все чаще приходят весьма конкретные нормативные документы, которые к тому же содержат целый набор санкций различного характера к предприятиям и их руководителям. Совершенно очевидно, что это давление будет усиливаться, свидетельством чему служит создание региональных подразделений Комитета по энергосбережению и энергонадзору, а также закон Республики Беларусь «Об энергосбережении», активизация органов энергонадзора концерна «Белэнерго» и т.п.

Ситуация складывается таким образом, что игнорировать требования по повышению энергоэффективности уже невозможно.

Сокращения персонала, вызванные падением объемов производства, а также ухудшение социально-бытовых условий (низкая заработная плата специалистов), приведшие к оттоку квалифицированных кадров, значительно ослабляют производственно-технический потенциал энергослужб предприятий.

Общий кризис неплатежей привел к фактическому замораживанию финансирования затрат на ремонтно-эксплуатационные нужды и обновление оборудования. Это заставляет энергетиков сосредоточить основные усилия на элементарном поддержании оборудования в рабочем состоянии. Его экономичность уходит при этом на второй план.

Остро стоит проблема информационного обеспечения, прогрессирует обособленность научных исследований, уменьшился информационный обмен между научными организациями и предприятиями.

Большинство предприятий не имеют оптимальной системы контроля и учета энергии, что не позволяет установить эффективный контроль над энергопотреблением, осуществлять его полноценный анализ и планирование энергосберегающих мероприятий. Ни одно предприятие в республике не располагает полным комплектом оборудования для проведения энергоаудита.



В такой ситуации энергосбережение само становится проблемой и дополнительной “головной болью” для руководителей.

Прежде чем определить конкретные шаги по повышению эффективности использования энергоресурсов, необходимо отметить, что существует опыт стран высокой энергетической эффективности, и мы не можем его игнорировать. Ситуация в Беларуси во многом схожа с положением в Западной Европе более 20-ти лет назад, возникшем после известных энергетических кризисов. Там эту проблему удалось преодолеть, во многом благодаря энергосбережению. Беларусь имеет все шансы повторить этот успех.

Традиционно руководство предприятия больше внимания уделяет насущным потребностям производства, а вовсе не эффективности использования энергии, которую рассматривает как проблему техническую, а не управленческую. В то же время управление любыми ресурсами, в том числе и энергетическими, — научный процесс и жизненная необходимость для каждого предприятия. Не будучи специалистом в области энергетики, не имея представления об энергетическом менеджменте, руководитель без специальной подготовки вряд ли сможет понять и поддержать внедрение незнакомой ему системы повышения энергоэффективности.

Необходимо (как минимум) иметь достоверную информацию о фактическом состоянии энергослужб предприятий, анализировать и обобщать ее для формирования своей позиции и соответствующих предложений.

Значительную помощь может оказать использование опыта России, где создано и успешно действует общественное объединение — Ассоциация энергоменеджеров (АСЭМ). Это профессиональная организация, объединяющая и выступающая от имени многочисленного отряда промышленных энергетиков. АСЭМ ежегодно представляет доклад о состоянии промышленной энергетики в правительство РФ. Главной задачей АСЭМ является защита интересов потребителей энергии на федеральном и региональном уровнях. АСЭМ имеет регулярные контакты с Главгосэнергонадзором, Антимонопольным комитетом, Федеральной энергетической комиссией, другими государственными структурами и общественными объединениями, что позволяет эффективно реализовывать уставные цели и задачи.

Реальным шагом по консолидации усилий энергетиков предприятий нашей республики является создание в 1998 г. Белорусской ассоциации промышленных энергетиков (БелАПЭ).

Рассмотрим теперь подробнее и конкретнее направления энергосбережения в промышленности. Часто здесь термин

“энергосбережение” заменяют на “эффективное энергоиспользование”. Оно вполне укладывается в рамки общих основных направлений энергосбережения.

Сложившийся производственный комплекс Министерства промышленности Республики Беларусь ориентирован на создание сложной материалоемкой продукции с использованием сырьевой базы, материалов и комплектации, ввозимой из-за пределов республики. Это во многом определяет конкурентоспособность наших товаров на мировом рынке по ценовым и потребительским показателям. Не является секретом и тот факт, что в постсоветских странах тратится вдвое больше материальных ресурсов на единицу производимой продукции.

Это общеизвестное, но психологически не совсем осознанное нашим обществом положение белорусской экономики. Исходя из сегодняшних реалий, одним из важнейших приоритетов научно-технической политики Минпрома стала политика энерго- и ресурсосбережения — как составляющая единого социально-экономического процесса.

Работа Минпрома по энергосбережению спланирована и осуществляется по следующим направлениям:

- создание комплекса новых энергонасыщенных машин и оборудования с низким потреблением энергоресурсов;
- создание новых энергосберегающих и экологически чистых технологий;
- оптимизация производственных процессов энергоемких производств;
- создание комплекса приборов учета потребляемых энергоносителей;
- внедрение автоматизированных систем управления (АСУ) “Энергия” для оперативного контроля и управления параметрами потребления энергоресурсов в масштабе реального времени по всем производственным участкам.

На этих ключевых моментах концентрируются усилия отраслевой, вузовской и академической науки.

В реализации этих программ и отдельных важнейших проектов, направленных на создание конкурентоспособной базовой продукции отраслей, задействованы конструкторско-технологические подразделения таких предприятий и объединений, как МТЗ, МАЗ, БелАЗ, 48 научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций отраслевой науки (НИИЭВМ, НИИЦТ МНИИРМ, НПО “Интеграл” и др.), а также коллективы 45 институтов вузовской и академической науки.

Так, на Минском тракторном заводе создан новый класс энергонасыщенных тракторов типа МТЗ 1522 мощностью 150—180 лошадиных сил. Внедрение новых пахотных тракторов позволит снизить расход топлива на единицу обработанной площади на 25—30 %.

Освоенные МАЗом магистральные седельные тягачи нового поколения МАЗ 54421 только за счет прогрессивной конструкции двигателя, шин и мостов экономят до 15 % топлива.

Технические возможности последних моделей станков обеспечивают энерго- и ресурсосбережение на наиболее массовых операциях технологического передела.

Подобная тенденция снижения энергопотребления наблюдается по всему перечню вновь осваиваемой продукции.

На заседаниях Технико-экономического совета Минпрома (ТЭС) рассматривались проблемы оптимизации использования энергоемких производств на литейных, окрасочных гальванических и термических переделах предприятий.

Одним из перспективных направлений энергосбережения является внедрение низкотемпературных красок в окрасочных производствах МТЗ, МАЗа, БелАЗа, ПО "Гомсельмаш" и др.

По отзывам специалистов Государственного комитета по энергосбережению и энергетическому надзору, предприятиями Минпрома в 1995—1999 гг. освоена широкая номенклатура приборов контроля и учета энергоносителей. Однако их доля в общем объеме использованных в республике занимает всего 30—40 %.

В эффективности автоматизированных систем обеспечения оперативного контроля и управления параметрами потребления энергоресурсов убедились многие предприятия.

#### 4.10.2. Основные направления энергосбережения в АПК

АПК Республики Беларусь является крупным потребителем энергоресурсов и имеет большие резервы (~ 40 %) энергосбережения. В целом по АПК на производственные нужды расходуется 15 % ТЭР Беларуси, из них электроэнергия составляет 30 %, тепловая — 15 %, котельно-печное топливо — 55 %.

Основные причины неэффективного использования ТЭР следующие.

1. Отсутствие в хозяйственной системе АПК действенных механизмов обеспечения рационального использования и экономного расходования энергоресурсов. Действующие нормы расхода тепловой и электроэнергии установлены без должного

научного и технико-экономического обоснования, они статистические и не способствуют рациональному использованию энергоресурсов.

2. Обострение проблемы технического сервиса, ремонта и обслуживания энергооборудования в связи с распадом централизованной системы технического обеспечения.

3. Недостаточное использование местных видов и вторичных ресурсов.

4. Большие потери при переработке и хранении сельскохозяйственной продукции.

5. Отсутствие в республике собственного развитого промышленного производства энергетических средств, энергосберегающего оборудования, приборов.

6. Отсутствие системы научного сопровождения энергосберегающих разработок, скоординированных научно-целевых программ, разрозненность научных коллективов, узость их направлений.

7. Подготовка научных кадров по эффективному энергоиспользованию ведется недостаточно и без должной координации тематики выполняемых работ.

Основными направлениями энергосбережения в АПК на ближайшую перспективу являются.

1. Разработка и реализация организационно-экономических и нормативно-правовых мероприятий по энергосбережению, соблюдению научно обоснованных норм расхода топлива и энергии.

2. Организация системы учета всех видов ТЭР.

3. Энергосбережение в котельных.

4. Энергосбережение в системах теплоснабжения зданий.

5. Использование ВЭР.

6. Регулируемый электропривод.

7. Совершенствование электроосвещения.

8. Использование отходов производства, разработка биоэнергетических установок.

9. Использование нетрадиционных источников энергоснабжения.

10. Структурные изменения в перерабатывающей промышленности, стройиндустрии, применение эффективного топливно-энергопотребляющего оборудования и технологий переработки и хранения сельхозпродукции.

11. Новые энергосберегающие технологии.

12. Реконструкция и модернизация теплиц с внедрением энергосберегающих, высокопроизводительных технологий, современных строительных конструкций и инженерного оборудования.

13. Проведение мероприятий, связанных с повышением надежности и качества энергоснабжения и снижением потерь топлива и энергии.

14. Замена моторных топлив газообразными в мобильных и стационарных процессах.

15. Разработка и освоение автоматизированных теплоэнергетических систем на базе отработанных авиадвигателей для автономного комбинированного энерго- и теплоснабжения сельскохозяйственных потребителей (теплицы, птицефабрики и т.д.).

16. Кадровое обеспечение специалистами в области энергосбережения АПК.

Таким образом, резервы энергосбережения заложены в самих технологических процессах, проведении организационно-технических мероприятий, устранении прямого расточительства, повышении экономичности работы сельскохозяйственной техники.

Важное направление — увеличение коэффициента полезного использования (КПИ) энергоресурсов:

- улучшение структуры энергоносителей, в том числе повышение уровня газификации и электрификации;
- повышение технического уровня и КПД теплогенерирующих установок;
- сокращение потерь в тепловых сетях;
- сокращение потерь регулирования (автоматизация режимов работы теплотехнических систем);
- использование низкопотенциальной теплоты с помощью тепловых насосов, утилизация теплоты вентвыбросов на фермах;
- использование ВЭР.

Одним из основных путей повышения эффективности использования энергии является рационализация режима потребления (выравнивание графика нагрузки энергосистем) и внедрение научно обоснованного нормирования.

Основные мероприятия по рациональному использованию электроэнергии следующие.

1. Учет электроэнергии и контроль ее параметров.
2. Нормирование расхода электроэнергии.
3. Регулирование графика нагрузок потребителей.
4. Улучшение использования установленной мощности и режима работы электродвигателей путем их автоматизации.
5. Контроль за расходом электроэнергии и разъяснительная работа среди населения.

В светотехнических установках расходуется 13—14 % всей электроэнергии, поэтому экономия здесь — задача важная не только для АПК.

Для этого необходимо выбрать наиболее экономичные источники света, стремиться к увеличению коэффициента отражения поверхностей помещений для повышения коэффициента использования светового потока лампы, шире использовать естественное и искусственное освещение, иметь возможность при необходимости отключать отдельные участки или регулировать на них освещенность, осуществлять необходимое обслуживание (чистка, замена), рациональное размещение светильников.

Наиболее эффективный способ уменьшения мощности ламп — использование источников с высокой световой отдачей. Наиболее целесообразны в данном случае газоразрядные лампы. Однако при этом необходимо выполнение требований к параметрам, вытекающим из специфики проводимой в данном помещении работы (т.е. к спектральному составу, яркости, пульсации светового потока и т.д.).

Необходимо совершенствовать соответствующие энергетические схемы питания и системы управления, позволяющие осуществлять своевременное полное или частичное включение и отключение.

В электроприводах рекомендуют такие пути энергосбережения.

1. Правильно эксплуатировать машины (своевременная смазка, регулировка, заточка режущих инструментов и т.д.).
2. Полностью загружать машины, транспортеры, станки.
3. Исключать холостой ход машин.
4. При замене электродвигателей, проектировании новых приводов отдавать предпочтение тем, у которых больший КПД.
5. Следить за качеством напряжения.
6. При выборе оборудования учитывать, что чем выше производительность агрегата, тем меньше энергии расходуется на единицу продукции. Всегда экономичнее один большой агрегат, чем несколько малых.
7. Совершенствовать электроприводы энергоемких агрегатов путем установки автоматических регуляторов загрузки, ограничителей холостого хода и т.д.

#### 4.10.3. Энергосбережение в жилищно-коммунальном хозяйстве

Существующая в нашей стране централизованная система отопления имеет некоторые особенности, усложняющие экономию тепла при его транспортировке. Протяженность трубопро-

водов, по которым теплоносители доходят до потребителя, в отдельных случаях составляет десятки километров. Как показывает практика, в стандартных теплосетях по пути от ТЭЦ к отапливаемому зданию теряется до 40 % тепла. По нынешним временам такие потери можно считать катастрофическими.

Устранение потерь тепла при его транспортировке — главная задача организаций, эксплуатирующих теплосети. В настоящее время на первый план здесь выходит реконструкция существующих теплопроводов. Речь идет о замене старых труб на новые, эффективно утепленные — предварительно теплоизолированные трубы.

Они представляют собой цельную конструкцию, состоящую из стальной или пластиковой трубы, которая утеплена слоем пенополистирола и облачена в прочный и герметичный полиэтиленовый корпус. Предызолированные трубы рассчитаны на эксплуатацию в течение 30 и более лет. (Для сравнения: в отечественных теплосетях замена трубопроводов производится в среднем раз в 17 лет.) Дело в том, что трубопровод, уложенный обычным способом в бетонный короб, не защищен от попадания влаги. А ведь 70 % разрушений подземных трубопроводов обусловлены именно наружной коррозией. Предызолированные трубы надежно защищены от влаги полиэтиленовой оболочкой. На всем протяжении такого трубопровода проходят специальные датчики, которые в случае нарушения целостности системы посылают сигнал на диспетчерский пункт. Это позволяет оперативно определять места повреждения с точностью до 1 м.

В Беларуси налажено производство предызолированных труб, однако пока отечественная продукция в основном состоит из импортных комплектов. Это обусловлено тем, что в нашей стране не выпускаются качественный пенополистирол и стальные трубы. Тем не менее отечественные трубы с пластмассовой изоляцией дешевле импортных на 20—25 %.

Так, в Хотимске предызолированными трубами были заменены практически все городские теплосети (около 400 км). Вскоре пришлось закрыть три из четырех существовавших в городе котельных. Производимого одной из них тепла стало хватать на весь город.

К сожалению, примеры рациональной эксплуатации теплосетей в нашей стране пока немногочисленны. По мнению специалистов, для улучшения ситуации теплопроводы необходимо передать на баланс частных компаний. Сегодня же у теплосетей нет настоящего хозяина: одни участки эксплуатируются предприятиями, другие — коммунальными организациями, третьи — энергетиками.

Приведем основные меры по энергосбережению в жилищно-коммунальном хозяйстве.

1. Осуществление энергосберегающих мероприятий, обеспечивающих выполнение требований стандартов, строительных норм и правил по достижению удельных показателей расхода энергоресурсов.

2. Организация учета расхода энергоресурсов и управление энергопотреблением в зданиях и системах инженерного оборудования.

3. Диспетчеризация управления системами инженерного оборудования на уровне микрорайона, района, города, включая создание автоматизированных систем управления техпроцессами электро-, тепло-, водо-, газоснабжения.

4. Применение при строительстве, реконструкции или капитальном ремонте жилых и общественных зданий проектных решений, конструкций и изоляционных материалов с повышенной тепловой защитой и с учетом климатических зон и технологических требований.

5. Использование теплоутилизационного оборудования в составе зданий и сооружений.

6. Вовлечение в топливно-энергетический баланс нетрадиционных источников энергии, местных видов топлива, твердых бытовых отходов, теплоты городских стоков.

Перспективным направлением развития белорусского рынка отопительного оборудования является распространение индивидуальных автоматизированных отопительных систем средней и большой мощности для многоквартирного жилья. Эксперты полагают, что такие системы — реальная альтернатива “подвальным” котельным, которые в последнее время стали “пороховыми бочками” для старого жилья.

Экономия теплоты на отопление жилого дома может быть достигнута за счет: утепления входных дверей в подъезды, квартиры, уплотнения притворов, устранения неплотностей по периметру оконных и дверных коробок, утепления наружных стен; утепления чердаков или переустройства бесчердачных кровель в чердачные, повышения технической эксплуатации систем отопления; автоматического регулирования отпуска теплоты на отопление; учета тепловой энергии с установкой теплосчетчиков (оплата за фактический расход теплоты) (табл. 4.2, 4.3).

Были проведены исследования, в результате которых выяснилось, что стены, окна, крыши теряют слишком много тепла — до 80 %. Таким образом, наряду с отказом от централизованного отопления и заменой его на автономные котельные логичным решением стало утепление зданий — фасадов, окон, кровли.

Таблица 4.2. Распределение тепловых потерь в зданиях\*

Элементы конструкции здания	Количество тепловых потерь, %
Окна	36
Вентиляция	28
Стены	26
Прочее (перекрытия, подвал)	10

\*По данным специалистов БелТЭИ.

Таблица 4.3. Потенциал энергосбережения зданий\*

Основные энергосберегающие мероприятия	Возможность снижения потерь, %	Окупаемость, лет
Автоматическое регулирование расхода тепла в отопительных системах	14	1
Уплотнение окон	10	1,5
Ручные регуляторы расхода тепла в квартирах	5	1,5
Теплоизоляция пола	4	24
Наружная теплоизоляция стен	20	18
Внутренняя теплоизоляция стен	18	11
Теплоизоляция крыши	7	13

\*По данным специалистов БелТЭИ.

Так, в 1994 году в республике были введены новые нормы термического сопротивления ограждающих конструкций зданий.

Новые нормы практически в 2 раза превышают показатели, использовавшиеся ранее. К примеру, теперь, чтобы построить дом, отвечающий новым нормам, но старым методом, пришлось бы сделать его стены вдвое толще, чем ранее.

Разумеется, это невозможно. Для соблюдения современных требований, предъявляемых к термическому сопротивлению ограждающих конструкций, теперь используют различные системы утепления — фасадов, кровель, подвалов, применяя высокоэффективные теплоизоляционные материалы.

В мире существует множество таких систем — как правило, производители утеплителей создают под свои материалы сбалансированную, прошедшую все необходимые испытания, систему, где компоненты подходят друг к другу, и долговечность такой системы гарантирована.

В Беларуси уже появилась собственная многослойная система утепления, все компоненты которой (за исключением минераловатных плит утеплителя) производятся отечественными заводами. В 1996 году специалистами СКТБ "Сармат" разработана система утепления фасадов легким теплоизоляционным материалом с защитой тонкослойной армированной штукатуркой, получившая название "Термошуба", которая прошла необходимые испытания и выдержала расчетные требования. Термошуба позволяет выполнять работы при отрицательных температурах — до  $-12^{\circ}\text{C}$ . Это несомненное достоинство системы позволяет значительно увеличить строительный сезон, а в условиях Беларуси — выполнять их практически круглогодично.

За прошедшие годы объемы утепления наружных стен зданий и сооружений динамично возрастали, что, безусловно, дало определенные положительные результаты.

Кроме прямой экономии энергоресурсов, термореновация зданий позволила значительно улучшить их внешний вид, а в ряде случаев защитить разрушающиеся фасады, устранить промерзания стен, улучшить микроклимат помещений.

К сожалению, выпускаемые отечественными предприятиями минераловатные плиты пока не отвечают необходимым требованиям, поэтому в системах утепления приходится использовать импортную плиту.

В 1998 году Комитет по энергосбережению и энергонадзору остановил свой выбор на системе Термошуба и решением своего Экспертного совета рекомендовал ее к массовому применению.

В системе Термошуба применяется жесткая специальная фасадная полностью гидрофобизированная минераловатная плита марки Fasrock концерна "Rockwool". Все материалы системы Термошуба сертифицированы.

Комплексные натурные обследования и испытания Термошубы, выполненные на трех объектах в 1995, 1996 и 1998 годах, подтвердили ее высокое качество и эксплуатационную надежность. Термошуба имеет высокую ударопрочность, долговечность — более 35 условных лет, низкую эксплуатационную влажность — менее 1 %, предел прочности на разрыв утеплителя — более 0,02 МПа, а защитного и отделочного слоев — более 1,1 МПа.

Фактическая экономия энергоресурсов по исследованным зданиям составила в среднем 97,7 т у.т./год. Окупаемость затрат на утепление зданий методом Термошуба составляет в зависимости от толщины утеплителя и конструктивных особенностей зданий 4—12 лет.

Сам метод устройства системы Термошуба и все необходимые материалы детально описаны в Пособии 1-99 к СНиП 3.03.01-87 "Проектирование и устройство тепловой изоляции наружных стен зданий методом Термошуба", которое введено в действие с 1999 года.

Здания, которые были построены после принятия новых норм термического сопротивления для ограждающих конструкций, составляют всего 1,5—2 % от существующего жилого фонда, который в большинстве своем остается холодным и потому подлежит термореновации.

По всей республике объем жилья, нуждающегося в утеплении, превышает 200 млн м<sup>2</sup>. Невысокая же стоимость утепления по системе Термошуба наряду с ее качеством и долговечностью свидетельствует о целесообразности ее использования.

Экономия расхода теплоты на горячее водоснабжение жилого дома может быть достигнута за счет повышения качества технической эксплуатации систем горячего водоснабжения, выполнения правил планово-предупредительного ремонта (5 %), автоматизации работы насосов, увеличивающих напор воды в зданиях, и циркуляционных насосов горячей воды в жилых зданиях до 50 % в ночное время (3 %); установки квартирных водосчетчиков и оплаты за фактический расход воды (4 %).

Для отопления и горячего водоснабжения квартиры в Минске площадью 51 м<sup>2</sup> надо сжечь 2 тонны нефти, на 40—50 % больше, чем в промышленно развитых странах. Кроме того, каждая семья потребляет 100—150 кВт·ч электроэнергии в месяц или 1200—1800 кВт·ч в год.

Время отопительного периода - 200 дней. В это время через окна теряется 36 %, стены — 26 %, а за счет нагрева свежего приточного воздуха — 28 % всей теплоты, поступающей из системы отопления (см. табл. 4.2).

При реконструкции с использованием эффективных материалов можно сократить потери тепла в 2—3 раза, но это дорого. В то же время каждый имеет много возможностей для утепления своей квартиры:

- остекление лоджий и балконов. Стекла и притворы створок должны быть уплотнены. При этом потери через окна и стены, расположенные со стороны лоджии, будут снижены на

15—18 %. Снижение потерь на 7—9 % позволяет увеличить температуру в помещении на 1 °С. Таким образом, остекление увеличит температуру в примыкающей к ней комнате на 2 °С;

- установка между рамами прозрачной полиэтиленовой пленки таким образом, чтобы расстояние от нее до стекол было одинаковым. Это равноценно окну с тройным остеклением и снижает теплопотери на 20 %;

- тепловая защита того участка наружной стены, где расположен радиатор. На стене за радиатором с зазором между стенкой и радиатором ставят отражающую поверхность (алюминиевая фольга, зеркальная алюминизированная пленка).

Чем ниже температура воздуха на улице, тем лучше работает естественная вытяжная вентиляция, часто лучше, чем надо. Поэтому зимой надо прикрыть вытяжные вентиляционные отверстия (неполностью) бумагой, картоном. В ванной вообще закрыть, чтобы увлажнять воздух в квартире, т.к. зимой он излишне сухой. Это хорошо скажется на микроклимате квартиры, потому что влажный воздух дает ощущение теплоты, а сухой — холода. Это позволит сберечь до 20 % тепла.

Работа по внедрению энергосберегающих мероприятий в жилищно-коммунальном секторе и тем самым снижению себестоимости оказываемых услуг ведется по таким основным направлениям: снижение норм потребления ТЭР на эксплуатируемых энергопотребляющих установках и технологических процессах; замена дорогостоящего топлива на дешевые виды; максимальное использование местных видов топлива; внедрение приборов учета и регулирования энергопотребления.

К сожалению, ряд организаций при разработке, согласовании и утверждении норм потребления топлива искусственно их завышают, чтобы затем показывать значительную экономию.

Отмечены низкие темпы выполнения работ по оснащению котельных приборами учета вырабатываемой тепловой энергии.

Из-за износа тепловых сетей в ряде городов и населенных пунктах имеются большие потери тепловой энергии при транспортировке. Для решения этой проблемы необходимо наращивать объемы замены изношенных тепловых сетей предвзительно изолированными трубами.

Энергосберегающие мероприятия напрямую связаны и влияют на себестоимость коммунальных услуг.

Необходимо безотлагательно принять меры для коренного улучшения работы по энергосбережению, нормированию расхода топливно-энергетических ресурсов на производство работ и коммунальных услуг, внедрению приборов учета расхода и

регулирования энергоносителей, обеспечению расчетов населения по установленным приборам, что в конечном итоге приведет к экономии ресурсов и снижению себестоимости жилищно-коммунальных услуг.

Положительным примером успешной реализации энергосберегающих мероприятий является республиканский детский санаторий "Солнышко", который расположен в Слуцком районе, в котором ГП "Белэнергосбережение" и объединение "Белмежколхозздравница" разработали и осуществляют программу по энерго- и ресурсосбережению.

Среди энергосберегающих мероприятий проведена реконструкция системы теплоснабжения, для чего был закуплен и установлен котел, работающий на древесной щепе и опилках. В котельной заложен теплообменник, установлен бак-аккумулятор, установлена аппаратура автоматики системы теплоснабжения и котельной.

В результате в санатории годовая структура потребления первичного топлива стала выглядеть следующим образом: доля местного топлива составляет 79 %, дизтоплива — 21 %. Удельный расход топлива на отпуск тепла котельной уменьшился с 227 кг у.т. на 1 Гкал (до реконструкции) до 171 кг у.т. на 1 Гкал (после реконструкции). Реконструкция котельной обошлась санаторию в 6,8 млрд р. В итоге проделанные работы позволят экономить 85 000 т у.т. в год.

Автоматизация теплового пункта, нового учебно-спортивного корпуса позволяет поддерживать комфортную температуру в помещениях при нахождении там людей, снижать температуру воздуха в ночное время при отсутствии персонала согласно заданной программе.

Для подогрева воды в летнее время в санатории установлена гелиоустановка отечественного производства, позволяющая иметь теплую воду без расхода топлива.

Для экономии электроэнергии в учебных классах нового корпуса санатория установлено энергоэффективное освещение с применением светильников ГП ММЗ им. В.И. Вавилова ("БелОМО", г. Минск), использование которых позволяет снизить потребление электроэнергии в 1,5 раза, что по сравнению с первоначальным проектом обеспечивает более высокую освещенность учебных мест и классной доски при практически бесшумной работе аппаратуры.

Кроме того, в санатории установлено энергоэффективное наружное освещение, производимое на минском предприятии "Электрет", что не только обеспечивает снижение энергопотребления, но и повышает срок службы светильников.

В новых зданиях санатория установлены стеклопакеты с тройным остеклением производства "Барановичдрев". В старых зданиях внутренние стекла оконных рам заменены на стеклопакеты с двойным остеклением, что позволило в сумме получить тройное остекление.

#### 4.10.4. Экономия электрической и тепловой энергии в быту

Результатами проверок, проведенных работниками энергонадзора, установлено, что по халатности и нерадивости потребителей перерасход используемой на бытовые нужды электроэнергии составляет примерно 15—20 %.

Где же наиболее ощутимо экономить электрическую энергию в быту?

*При пользовании электроплитой.* Конфорки электроплит имеют несколько нагревательных элементов (диапазонов включения). При включении электроплиты вначале необходимо включать все нагревательные элементы (всю мощность конфорки), а затем, после разогрева, когда вода вскипит, уменьшить мощность, так как лишнее тепло не ускорит приготовление пищи и температура воды больше чем на 100 градусов не повысится. Экономия достигается, если в разогретой духовке готовить несколько блюд. Посуда для приготовления или подогрева пищи должна быть из алюминия или эмалированная с ровным толстым дном и закрываться крышкой.

Продукты, для тепловой обработки которых требуется длительное время, лучше готовить в скороварках. Количество воды для приготовления пищи должно быть минимальным, чтобы после вскипания не сливать ее в канализацию. Включенную духовку не надо открывать без надобности, это снижает температуру внутри камеры.

Отключать электроплиту целесообразно до закипания чайника: за счет тепловой инерции чайник все равно закипит, а это сэкономит до 20 % энергии.

Пользование электрочайником предпочтительнее (КПД 90 %), чем конфорками плиты (КПД 50—60 %). Рекордсмен по эффективности — обычный кипятильник — КПД до 92 %.

Использование остывающих электроконфорок для подогрева воды перед ее кипячением в чайнике позволяет сберечь 10—30 % электроэнергии. Кроме того, вода отстоится и из нее уйдут элементы, используемые для обеззараживания (хлор), что важно для здоровья.

Замочив крупу на ночь водой, можно сварить из нее кашу в 2—4 раза быстрее в зависимости от температуры воды.

При пользовании холодильником 30—40 % потребляемой в доме электроэнергии приходится на холодильник. Поскольку холодильник включен в электросеть круглосуточно, то несмотря на небольшую мощность, он потребляет электроэнергии не меньше, чем электрическая плита. Население пользуется электрическими холодильниками двух видов: компрессорными (с электродвигателем и компрессором) и абсорбционными (с нагревателем). Компрессорные холодильники в 3—4 раза экономнее абсорбционных. В последнее время промышленность выпускает электрохолодильники глубокого замораживания. В сравнении с компрессорными они потребляют электроэнергии в 2 раза больше. Место установки холодильника и температура окружающей среды имеют большое значение для нормального режима его работы и экономного расхода электроэнергии. Холодильник нельзя устанавливать вблизи плиты и батарей отопления, на солнечной стороне комнаты. Вокруг холодильника должно быть воздушное пространство для циркуляции воздуха. В холодильник помещается пища, охлажденная до комнатной температуры и в закрытой посуде. Продукты в холодильнике размещаются таким образом, чтобы к ним имелся доступ холодного воздуха. Терморегулятор нужно установить с расчетом, чтобы в охлаждающей камере поддерживалась температура, необходимая для сохранения продуктов, а не слишком низкая. При образовании льда на стенках холодильной камеры толщиной 5—10 мм холодильник необходимо размораживать. Охлаждение камеры ниже температуры, необходимой для сохранения продуктов, так же как и повышение температуры окружающего холодильником воздуха, приводит к перерасходу электроэнергии.

Регулярное размораживание дает 3—5 % экономии. Нельзя устанавливать холодильник в нишу, это перекрывает вентиляцию нижних соседей и ухудшает условия охлаждения змеевика конденсатора, который охлаждается комнатным воздухом, а в закрытом пространстве он охлаждается гораздо хуже, потребление энергии увеличивается на 20 % (частое включение).

При пользовании телевизором, радиоприемником, магнитофоном, швейной и стиральной машинами, пылесосом, утюгом и другими бытовыми приборами. За счет правильного использования перечисленных приборов можно получить существенную экономию электроэнергии. Нельзя допускать холостой работы бытовых приборов, необходимо отключить их, если перестали пользоваться ими. Многие бытовые электропри-

боры оснащены автоматическими регуляторами температуры или реле времени. Это позволяет поддерживать автоматически заданную температуру или включить прибор через заданное время работы. Так, например, при пользовании электрическим утюгом с регулятором температуры расход электроэнергии сокращается на 10—15 %.

При освещении. При электрическом освещении в первую очередь необходимо обратить внимание на правильный выбор мощности электрических ламп. Электролампы большой мощности не только излишне перерасходуют электроэнергию, но и вредят зрению.

При включении в электрическую сеть лампочка одинаково ярко светит во все стороны и не обеспечивает нужного освещения, а нам при работе нужен свет, сосредоточенный на определенной поверхности или детали. Для этого электрическую лампочку помещают в светильник.

От правильно выбранного светильника в значительной степени зависит освещенность комнаты или рабочего места, а также экономичность осветительных приборов.

Рациональное освещение комнаты достигается с помощью полуотраженного или прямого освещения. Необходимо учесть, что прямое освещение экономичнее полуотраженного, так как в первом случае светильник имеет отражатель, расположенный снизу лампы.

Экономии электроэнергии способствует применение местного освещения: настольные лампы при работах за столом. Рабочий стол должен быть установлен у окна, это позволит сократить время горения электроламп при достаточном дневном свете. Потолки и стены, а также обои светлых тонов позволяют снизить мощность ламп в полтора раза.

Наиболее распространенными и основными источниками света в наших квартирах продолжают оставаться лампы накаливания. Причиной этому служит простота конструкции, компактность, удобство в эксплуатации, дешевизна, большой выбор их по мощности. Вместе с тем лампы накаливания имеют ряд недостатков. У них низкий коэффициент полезного действия (1,8—2,2 %); при повышении напряжения в сети на 2 % срок службы сокращается на 15 %, частые включения, отключения и сотрясения также влияют на срок службы, который составляет 1000 ч.

Более экономичными источниками света являются люминесцентные лампы. Они обладают благоприятным светом излучения. Люминесцентное освещение создает благоприятные условия для отдыха, снижает утомляемость, способствует увеличению производительности труда.



По цветности излучения люминесцентные лампы делятся на:

- 1) лампы белого света (ЛБ);
- 2) лампы дневного света (ЛД);
- 3) лампы дневного света с исправленной цветностью (ЛДЦ);
- 4) лампы холодно-белого света (ЛХБ);
- 5) лампы тепло-белого света (ЛТБ), которые имеют явно выраженный розовый оттенок.

Наиболее экономичными и универсальными являются лампы белого света (ЛБ). Они обеспечивают значительно лучшую цветопередачу, чем лампы накаливания и по цветности воспроизводят приблизительно солнечный свет, отраженный облаками. Применение ламп ЛБ целесообразно в детских комнатах для подготовки школьных заданий и при чертежных работах.

К важнейшим характеристикам люминесцентных ламп следует отнести то, что световой поток их больше, чем ламп накаливания. Световая отдача люминесцентных ламп составляет в среднем 42—62 лм/Вт, в то время как у ламп накаливания — только 10—20 лм/Вт. Срок службы люминесцентных ламп составляет 5000 ч.

Своевременная и систематическая чистка светильников, ламп и люстр позволяет сэкономить до 30 % электроэнергии, расходуемой на освещение.

Экономии электроэнергии также способствует установка в комнатах двойных выключателей. Это позволяет при необходимости включать люстры полностью или частично.

Настольная лампа с лампочкой 30 Вт позволяет достичь лучшей освещенности на столе, чем люстра с 3—5 лампочками мощностью 180—300 Вт. Двойной выигрыш — зрение и энергия. С точки зрения энергосбережения хорош прибор плавного включения света. Лампы КЛЛ (компактные люминесцентные лампы) потребляют электроэнергии в 6—7 раз меньше в сравнении с лампами накаливания при одинаковой освещенности. Но они дороже существующих, хотя государству выгодно снизить цену на них.

Единственный в своем роде в республике Брестский электроламповый завод выпускает компактные люминесцентные лампы, которые потребляют электроэнергии в шесть раз меньше, а непрерывно горят в восемь раз дольше (8000 часов) обычных.

В настоящее время важный раздел номенклатурного перечня выпускаемой БелОМО продукции представляет собой производство светильников, предназначенных для локального и общего освещения помещений самого разнообразного профи-

ля — жилья, офисов, цехов, магазинов. Использование в светильниках компактных люминесцентных и галогенных ламп сообщает данным электроприборам энергосберегающие свойства. Так, за счет применения галогенных ламп мощностью 20 Вт, характеризующихся интенсивным световым потоком, возможно снижение потребления электроэнергии в 2—2,5 раза.

*При освещении лестничных площадок и коридоров.* В домах устанавливаются реле времени или автоматические выключатели с выдержкой времени. От контроля за исправной работой этих устройств со стороны домоуправлений и жильцов в значительной степени будет зависеть экономный расход электроэнергии в местах общего пользования.

Сберечь тепло в квартире, а вместе с ним и сэкономить теплотенергию — дело несложное и больших затрат не требует. Подсчитано, что утепление окон и дверей сохраняет до 40 % тепла в квартире. Тщательное утепление квартиры создает уют, снижает расходы на ее отопление в три раза, чем экономится топливо.

Экономия тепловой энергии получается при рациональном использовании горячей воды, так как ее потери в быту составляют 23 %. Для того чтобы вымыть лицо, руки, почистить зубы, достаточно небольшой струи или нескольких стаканов воды вместо множества литров.

Большой вклад в экономию тепловой энергии вносят домоуправления, которые своевременно, до наступления холодов, проводят ремонт дверей в подъездах и остекление окон, ведут разъяснительную работу с жильцами.

Одно из самых перспективных и быстрокупаемых направлений республиканской программы энергосбережения — оборудование зданий и сооружений приборами индивидуального и группового учета и контроля расхода энергоресурсов. С 1997 года счетчики горячей и холодной воды, тепла и газа в обязательном порядке устанавливаются во всех вновь возводимых жилых домах. Кроме того, ведется работа по оснащению такими приборами остального жилого фонда. По расчетам специалистов комитета, уже в 2002 году подобные счетчики должны быть установлены в каждом белорусском доме.

Однако следует отметить, что пока большинство населения относится к этому нововведению с опаской: жильцам предлагается приобретать необходимое оборудование за свой счет. А в общественном сознании прочно укоренилась мысль, что после установки счетчиков платить за коммунальные услуги придется больше, чем сейчас.

В настоящее время мы оплачиваем потребленные энергоресурсы исходя из усредненного показателя, равного примерно 35 % от реального расхода на душу населения по стране.

При расчете ныне действующих универсальных тарифов за основу взят завышенный расход энергоресурсов. Проведенный комитетом эксперимент показал неожиданные результаты. Оказывается, потенциально наши соотечественники вполне в состоянии расходовать тепло и воду гораздо экономнее, чем сейчас. Жильцы квартир, в которых были установлены счетчики, заплатили за воду и тепло меньше, чем обычно. Это означает, что сегодня абсолютное большинство населения переплачивает за энергоресурсы как минимум в 3—4 раза.

Что дает реализация программы по внедрению индивидуальных и групповых приборов учета и контроля расхода энергии государству? По оценкам специалистов комитета, массовая установка счетчиков позволит обеспечить экономию тепла в 1,5 раза, холодной воды — в 2 раза, горячей — в 2,5 раза. В масштабе государства это огромные деньги, которые для нашего бюджета, разумеется, не лишние.

Сегодня счетчик, установленный в квартире, окупается через 4 года. К 2002 году — моменту завершения реализации программы по массовому внедрению индивидуальных приборов учета и контроля расхода энергии — этот показатель уменьшится до 1,5 лет. Чем выше будут цены на энергию, тем быстрее идеи энергосбережения укоренятся в массовом сознании.

Постепенно в Беларуси также будут установлены приборы-регуляторы потребления тепла. Когда во всех квартирах установят счетчики тепла и регуляторы его потребления, отпадут все проблемы, связанные с началом отопительного сезона. Включать отопление будут раньше, поскольку в любом случае его расход оплатят население и предприятия.

## 5. ОРИЕНТИРЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

### 5.1. ПРОГНОЗНЫЕ ОЦЕНКИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Прогноз потребления топливно-энергетических ресурсов выполнен для двух сценариев развития экономики республики: оптимистического и пессимистического (табл. 5.1, 5.2).

Таблица 5.1. Прогноз потребления ТЭР

Энергоноситель	Единица	Год				
		1990	1995	2000*	2005*	2010*
Электроэнергия	млрд кВт·ч	49	32,8	$\frac{35}{36}$	$\frac{40}{42,5}$	$\frac{44}{47}$
				Теплоэнергия	млн Гкал	112
Котельно-печное топливо	млн т у.т.	44	28,3	$\frac{28,9}{30,1}$	$\frac{33,7}{35,8}$	$\frac{37,7}{39,5}$
				В том числе:	млн т у.т.	17,5
природный газ	млн т у.т.	18,9	8,6	$\frac{6,9}{8,0}$		
мазут						

\*В числителе — по пессимистическому сценарию, в знаменателе — по оптимистическому.

Таблица 5.2. Обобщенные показатели ТЭК до 2010 года

Показатель	Единица	Год				
		1990	1995	2000*	2005*	2010*
Суммарное потребление ТЭР	млн т у.т.	55,3	36,7	$\frac{37,7}{38,5}$	$\frac{42,1}{45,0}$	$\frac{46,1}{48,4}$
В том числе:						
светлые нефтепродукты	млн т у.т.	8,5	6,6	$\frac{6,9}{7,1}$	$\frac{7,7}{8,2}$	$\frac{8,4}{8,9}$
Энергоемкость ВВП (в ценах 1994 г.)	$\frac{\text{кг у.т}}{\text{тыс. р.}}$	2,05	2,2	$\frac{2,02}{1,99}$	$\frac{1,88}{1,85}$	$\frac{1,64}{1,55}$
То же, %			100	$\frac{92}{90}$	$\frac{86}{84}$	$\frac{75}{70}$
Потребление на душу населения:						
суммарных ТЭР	$\frac{\text{т у.т}}{\text{чел.}}$	5,42	3,58	$\frac{3,75}{3,83}$	$\frac{4,28}{4,57}$	$\frac{4,76}{5,0}$
электроэнергии	$\frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{чел.}}$	4794	3190	$\frac{3479}{3579}$	$\frac{4065}{4319}$	$\frac{4547}{4857}$
В том числе: в коммунально-бытовом секторе	—	903	984	$\frac{1023}{1044}$	$\frac{1118}{1148}$	$\frac{1240}{1271}$

\*В числителе по пессимистическому сценарию, в знаменателе — по оптимистическому сценарию.

Сценарии отличаются скоростью и глубиной рыночных преобразований, радикальностью денежно-кредитной политики, степенью государственного вмешательства в экономические процессы, уровнем благоприятствования внешнеэкономической ситуации для экономики республики.

## 5.2. ВАРИАНТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЛАРУСИ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ

По мнению ряда энергетиков, уже через несколько лет Беларуси придется пережить тяжелейший энергетический кризис.

Главная проблема — высокая степень энергетической зависимости нашей страны от внешних источников. 85—90 % сырья для белорусской топливной промышленности импортируется из России. По мнению специалистов белорусского теп-

лоэнергетического института, такая ситуация небезопасна. По нормам развитых стран не рекомендуется импортировать более 30 % топливно-энергетических ресурсов из одной страны. В противном случае государство становится слишком зависимым от сырьевых источников.

Белорусское правительство залогом энергетической безопасности государства считает то, что в стране есть развитая сеть электростанций. Однако учитывая, что вся белорусская электроэнергия производится на российском газе, считать нашу электроэнергетическую систему самостоятельной не приходится.

В то же время уже сейчас около половины белорусских энергетических мощностей требует замены. Значительная часть тепловых электростанций по своим техническим характеристикам не соответствует нынешним потребностям энергопотребления. Электроэнергия, произведенная на белорусских ГРЭС, стоит дороже, чем импортируемая из Литвы и России.

При выборе вариантов энергообеспечения необходимо учитывать два основных фактора — экономичность и безопасность.

Возможные варианты поставки газа:

- из России по существующей и вновь сооружаемой системе газопроводов;
- из Туркменистана по существующей системе газопроводов через Казахстан—Россию—Украину, а также путем сооружения нового газопровода с учетом интересов сопредельных государств (Украины, Литвы, Латвии, Польши, России);
- из месторождений Северного моря путем строительства нового газопровода через Польшу;
- из Ирана с учетом имеющегося соглашения о строительстве газопровода для подачи газа на Украину и в Азербайджан;
- сжиженного природного газа (СПГ) из государств-экспортеров: Ливии, ОАЭ, Брунея через порты Черного или Балтийского морей с последующей его регазификацией в портах и транспортировкой до республики по газопроводам.

По всем перечисленным вариантам отсутствуют обосновывающие материалы их эффективности с учетом прогнозируемых цен на энергоносители и необходимых инвестиций, однако на основании существующих аналогов и экспертных оценок осуществлено их ранжирование по степени возрастания затрат для республики. Ранжирование выполнено исходя из предположений, что:

- в прогнозируемом периоде все государства-экспортеры энергоресурсов будут осуществлять их продажу по мировым ценам на своей границе вне зависимости от внутренних затрат на их добычу и транспорт;

• затраты на импорт энергоресурсов по вариантам будут отличаться преимущественно величиной транспортных расходов и объемом требуемых инвестиций на новое строительство магистральных газопроводов.

С учетом названных обстоятельств предпочтительно следующее ранжирование вариантов по степени возрастания затрат:

- вариант "а" — из России;
- вариант "б" — из Туркменистана по существующей системе газопроводов;
- вариант "б" — из Туркменистана со строительством новой системы газопроводов;
- вариант "в" — из месторождений Северного моря;
- вариант "г" — из Ирана;
- вариант "д" — поставка СПГ из стран Персидского залива и Северной Африки.

Для Республики Беларусь, расположенной в центре восточно-европейского региона и не имеющей выхода к морю, возможны следующие пути поставки нефти:

- из России по существующей системе магистральных газопроводов;
- через территории сопредельных государств (Украины, Литвы, Латвии, Польши), имеющих и создающих морские нефтеперевалочные комплексы для приема нефти из танкеров, при этом реализуется комбинированная трубопроводно-морская транспортная схема поставки нефти.

В качестве альтернативы существующей схеме поставок возможны два основных направления:

- южное — через порты на Черном море (Одесса);
- северное — через порты на Балтийском море (Вентспилс, Гданьск, Росток и др.).

Поставщиками могут быть страны—экспортеры нефти, ведущие добычу как в районах Северного моря (Англия, Норвегия), так и в зоне Персидского залива (страны Ближнего и Среднего Востока).

Несмотря на то, что расстояние до Беларуси от месторождений Северного моря ближе, чем из региона Персидского залива, имеющиеся там запасы недостаточны для обеспечения даже близлежащих стран Западной Европы. Так как разведанные запасы нефти в странах Ближнего и Среднего Востока более чем в два раза превышают запасы всех остальных месторождений на Земле, а также в связи с наличием стабильных грузопотоков нефти из этих стран в Европу, для Республики Беларусь в качестве основного альтернативного варианта следует рассматривать поставки нефти из этого региона двумя путями:

- южный — через Одессу;
- северный — через Роттердам.

В Роттердаме необходима перегрузка нефти из танкеров дедвейтом 200 тыс. тонн в танкеры дедвейтом до 60 тыс. тонн для последующей перевозки ее в порты Балтийского моря. В свою очередь транспорт из портов до НПЗ республики обеспечивается трубопроводами при максимальном использовании существующих систем.

Из проведенных расчетов следует, что все рассмотренные альтернативные варианты по уровню цен настоящего времени дороже поставок из России почти в два раза. Если предположить, что Россия в перспективе будет продавать нефть за границу по мировым ценам, то и в этом случае ее стоимость в республике будет дешевле альтернативных вариантов на размер транспортных издержек.

Очевидно политику нефтеобеспечения следует ориентировать на создание совместных с Россией комплексов по транспортировке нефти и реализации нефтепродуктов.

Электросистема Беларуси тесно связана с электросистемой России. Сотрудничество продолжается, и при подписании соответствующих договоров электроснабжение Беларуси будет более устойчивым.

В настоящее время подписанию соглашения между Беларусью и Россией мешают различные формы собственности на энергопредприятиях. Но эта проблема преодолима. По примеру Франции и других стран энергетика Беларуси в ближайшее время не будет децентрализована и приватизирована. В Германии, например, произведена недавно централизация энергофирм. Там из 9 создано 2 крупных энергетических концерна.

Беларусь имеет возможность не только удовлетворять свои потребности в электричестве, но и экспортировать часть его. Сейчас ведутся соответствующие работы на Березовской ГРЭС для экспорта электроэнергии в Польшу.

Такая экспортная схема станет частью мероприятий по погашению белорусского долга перед РАО "Газпром". "Газпром" поставит на Березовскую ГРЭС на Брестчине природный газ сверх согласованной квоты, выработанная электроэнергия будет продана в Польшу. Валютная выручка от экспорта частично пойдет на погашение долга перед "Газпромом" и на реконструкцию самой ГРЭС.

В худшую сторону изменились и условия поставки газа. В 1997 году 70 % их Беларусь оплачивала по бартеру. С 1998 года правительство России потребовало сокращения бартерных операций и в отношениях с Беларусью. Теперь Беларусь должна оплачивать валютой 70 % поставок газа, на бартерные сделки отведено только 30 %.

В среднем в год через Беларусь в Западную Европу прокачивается 21—25 млрд кубометров природного газа, при этом плата за транзит 1000 м<sup>3</sup> составляет 1,75 дол. США. Не оплачивая транспортировку газа по белорусской территории, Россия экономит около 40 млн дол. США в год. Для Беларуси такое сотрудничество пока выгодно: в результате наша страна получает газ на 30 дол. США дешевле (за каждую 1000 м<sup>3</sup>), чем в среднем по Европе, однако в 4,8 раза дороже, чем внутренние потребители в России.

### 5.3. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ТЭК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Основная цель структурной перестройки в ТЭК состоит в создании условий для эффективного производства и потребления энергоресурсов, привлечения инвестиций для современного обновления и повышения технического уровня энергетических предприятий. Достижение целей структурной перестройки должно обеспечивать путем изменения имущественных отношений в энергетике, реорганизации органов управления и предприятий ТЭК для формирования конкурентной среды в сфере поставок, производства и распределения энергетических ресурсов. Процессы преобразования должны протекать при сочетании шагов по предоставлению полной экономической самостоятельности предприятиям и мер прямого государственного регулирования, контроля деятельности естественных монополий для сохранения технологической целостности и управляемости ТЭК. Существующая экономическая ситуация в Республике Беларусь, характеризующаяся спадом потребления энергии, запасом производственных мощностей, значительным потенциалом энергосбережения, создает предпосылки для проведения структурной перестройки в период до 2010 года. Монопольное положение энергетики на рынке производителей, а также особая ее значимость в обеспечении нормального функционирования всей экономики вынуждает практически все промышленно развитые страны осуществлять государственное регулирование и контроль этой отрасли.

Основными целями государственного регулирования являются:

- защита интересов потребителей в условиях монополии производителя;
- ограничения сверхвысоких прибылей энергетических компаний;

- защита энергокомпаний от чрезмерного ущерба в случае неудачной рыночной конъюнктуры;
- проведение энергосберегающей политики;
- защита окружающей среды.

Государственное регулирование экономики энергетики включает:

- регулирование отношений собственности;
- регулирование цен и тарифов;
- проведение налоговой и кредитной политики.

Процесс структурной перестройки ТЭК заключается в последовательном акционировании предприятий отрасли и их приватизации путем возмездного распределения государственной доли акций предприятий. Аналогичные предприятия других государств, в том числе и России, преобразованы в акционерные общества и прошли процесс адаптации к функционированию в рыночных условиях.

Для Республики Беларусь наиболее целесообразным представляется преобразовать предприятия концерна «Белэнерго» в открытые акционерные общества. В будущем предусматривается создание на базе предприятий отрасли Белорусских национальных компаний холдингового типа. Под холдингом понимается акционерное общество открытого типа, в состав которого входят пакеты акций других предприятий. Это позволит проводить без ущемления хозяйственной самостоятельности отдельных элементов холдинга согласованную техническую и финансовую политику системы в целом, координировать деятельность дочерних предприятий, процессы диверсификации энергоснабжения, эффективно реализовывать инвестиционные и иные проекты.

Холдинговая система управления позволит поддерживать устойчивую вертикальную кооперацию за счет взаимного проникновения акционерных капиталов производственно-технологических предприятий, научно-исследовательских организаций, специализированных торговых фирм, инвестиционных институтов, банков и др. В целях сохранения непосредственного государственного регулирования энергетических комплексов республики, а также развития цивилизованных взаимоотношений на рынках энергоносителей предлагается сохранить за государством пакеты акций предприятий на уровне до 50 %, что позволит государству оказывать влияние на данный сектор экономики, не мешая при этом финансовому развитию предприятий отрасли в условиях рынка. Доля акций, принадлежащих государству, должна дифференцироваться в зависимости от конкретных условий функционирования

ния предприятий и будет изменяться по мере реализации мер по оздоровлению экономики Беларуси.

На протяжении последних двух лет тарифы на тепло, электроэнергию почти не пересматривались, несмотря на то, что инфляция была высокой и стоимость газа в белорусских рублях постоянно росла. В результате в 1998 году тарифы для населения окупали затраты на производство энергии на 12,5 %, тепла — на 4 %.

В 1999 году была составлена “Программа ликвидации перекрестного субсидирования”. В соответствии с ней окупаемость производства энергии должна была вырасти до 80 %, тепла — до 30 %, но фактически к началу 2000 года тарифы поднялись в 1,5 раза по электричеству и в 2,5 раза по теплу, вместо запланированного 4-кратного увеличения.

Сегодня энергетика по сути кредитует население, хотя эту функцию должно взять на себя общество. Когда государство заложит компенсацию доплат на энергоносители в бюджет, это будет малочувствительно для всех слоев населения и промышленности, потому что она будет распределена на всех, это будет правильно и демократично.

Проект “Реструктуризация и акционирование энергетического сектора Республики Беларусь” проводился в рамках программы TACIS. По оценкам специалистов, разработка проекта — первый шаг на пути базового изменения энергетической системы республики: осуществление проекта приведет к существенному повышению эффективности работы белорусской энергосистемы.

Проект предполагается осуществлять в три крупных этапа. На первом предусматривается создание независимого энергетического центра, который работал бы автономно как по отношению к правительству, так и по отношению к отраслевым предприятиям. На втором этапе предусмотрено создание генерирующих компаний. Наконец, последний этап предполагает выделение компаний по передаче и распределению электроэнергии. В настоящее время выработка, передача и распределение электроэнергии объединены в рамках одной структуры — концерна “Белэнерго”. В будущем все эти функции предполагается разделить между разными организациями, причем сделать так, чтобы они конкурировали друг с другом. Следить за соблюдением правил честной игры на энергетическом рынке должна независимая энергетическая комиссия.

Даже самая крупная электростанция, Новолукомльская ГРЭС, не является сейчас юридическим лицом, не имеет собственных счетов и не ведет хозяйственной деятельности. Естественно, производителю все равно, покупают их электро-

энергию или не покупают, нет и заинтересованности в том, чтобы продукция была дешевле. Если электростанция не является субъектом хозяйствования, то она не может представлять интереса и для западных инвесторов.

Основная цель реструктуризации энергетического сектора — создание условий для инвестирования в энергетический сектор экономики. Необходимо показать западным и российским инвесторам, что их инвестиции, вложенные в белорусскую энергетiku, не пропадут. Введение элементов конкуренции повысит эффективность функционирования белорусской энергетики. Еще одна цель — обеспечить прозрачность платежей и свободную конкуренцию на энергетическом рынке.

В государственном концерне “Белэнерго” также неоднократно обсуждались проблемы реконструкции и модернизации энергосистем Беларуси. В реконструкцию энергетической отрасли страны до 2015 года необходимо вложить около 5 млрд дол. США. Примерно пятая часть этой суммы будет потрачена на замену котлов ТЭЦ.

Одно из важных направлений работы энергетиков — это энергосбережение.

Энергетики уделяют большое внимание поискам источников энергии, особенно развитию гидроэнергетики, потенциал которой оценивается в 800 МВт.

В обозримом будущем доля традиционных источников получения энергии в энергоснабжении страны похоже останется неизменной. В ближайшие годы предполагается максимально сократить потребление импортных нефти и газа за счет внедрения энергосберегающих технологий, широкого использования собственных ресурсов, в том числе отходов древесины, а также энергии солнца и ветра.

Программа предполагает полную реорганизацию энергетического сектора Беларуси: “Распределительные компании должны быть созданы на базе 6 областных объединений, у них не будет ни активов генерирующих станций (вырабатывающих энергию), ни активов линий электропередач. Центральный аппарат концерна “Белэнерго” должен выполнять коммерческие функции оператора рынка и технические функции оператора энергосистемы. Энергетическая комиссия (независимый орган) должна регулировать монопольные проявления в системе, защищать интересы потребителей и обеспечивать удовлетворение впроса на электроэнергию”.

Сегодня речь идет о создании двух генерирующих компаний, условно говоря, “Северной” и “Южной”. Разделение генерирующих станций будет происходить территориально. В состав “Северной” войдут станции Минской, Могилевской и Ви-

тебской областей, в состав "Южной" — Гомельской, Гродненской и Брестской.

На рынке производства энергии могут работать и независимые компании — станции, построенные инвесторами или акционированные и проданные сторонним владельцам. Они то и должны составить основу конкуренции на рынке.

В госсобственности после окончания программы "Реструктуризация и акционирование энергетического сектора РБ" останутся только линии электропередач (рис. 5.1).

Акционирование белорусской энергосистемы не противоречит, а, наоборот, логично вписывается в единую энергосистему России и Беларуси. Поскольку в России на энергорынке уже работают акционерные общества, то аналогичная форма собственности не вызовет противоречий в переговорах с Россией.

Разработано соглашение между правительствами России и Беларуси о создании объединенной энергосистемы. Соглашение — это первый этап на пути интеграции с Россией, оно обеспечивает параллельную работу наших энергосистем. При этом ТЭК Беларуси имеет возможность самостоятельных структурных преобразований своей энергосистемы, которые позволят иметь примерно одинаковую имущественную базу. Сегодня концерн "Белэнерго" — государственная структура, а РАО "ЕЭС России" имеет частный и государственный капитал. Уже разработан топливно-энергетический баланс России и Беларуси, осуществляется единая стратегия развития объединенной энергетической системы, системы управления, текущего и перспективного топливообеспечения двух стран, проектирования, модернизации, перевооружения. Однако к сегодняшнему дню Беларусь и Россия сильно разошлись в нормативной базе двух энергосистем, а это требует приведения к единому знаменателю даже элементарных правил техники безопасности.

Ожидать, что тарифы в России и Беларуси будут выравнены, было бы слишком неоправданным оптимизмом. Во-первых, Россия дотирует отдельные регионы, поэтому тарифы там значительно ниже, чем в Беларуси. А во-вторых, транспортные расходы на доставку газа и других энергоносителей в Беларусь не спишешь со счетов. Поэтому, несмотря на объединение систем, единых тарифов в России и Беларуси не будет.

Энергосистемы двух стран будут работать в едином технологическом режиме. При этом специальный орган управления энергосистемой не создается. Оперативное управление режимом работы объединенной энергетической системы поручается соответственно центральному диспетчерскому управлению Единой энергетической системы России и объединенному диспетчерскому управлению объединенной энергетической системы Беларуси.

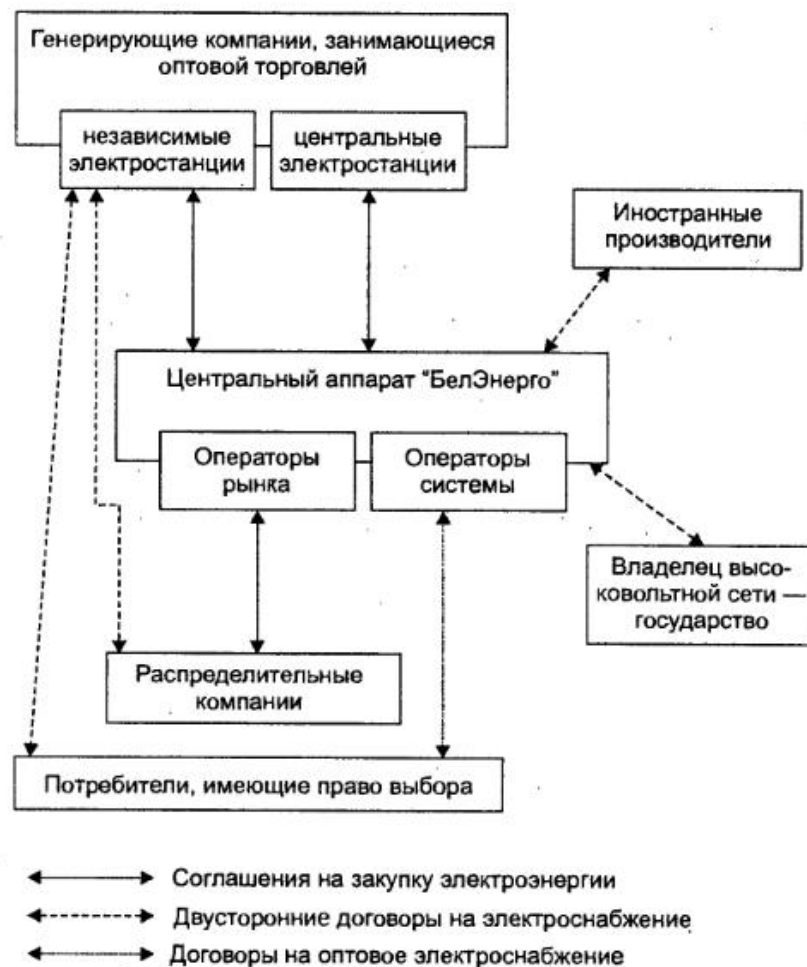


Рис. 5.1. Распределение функций на энергетическом рынке Беларуси после структурной перестройки

Соглашением предусмотрено создание механизма формирования тарифов на энергоносители, включая электрическую и тепловую энергию и мощность, обеспечивающие функционирование объединенного оптового рынка электрической энергии России и Беларуси, рентабельную работу и развитие объединенной электроэнергетической системы.

Установлены источники и порядок подачи энергии потребителям. И, что очень важно, разработана система их транспортировки при экспорте, определен и порядок взаиморасчетов.

Отныне появится база для единой системы формирования оптовых цен и тарифов, координации работы диспетчеров, разработки единых планов развития энергосистем, создания единых нормативов на запчасти и оборудование. Интеграция энергосистем — не надуманная вещь, а процесс, из которого извлекают выгоду во многих регионах, прежде всего в Западной Европе.

Для Беларуси важна роль энергомоста, по которому электроэнергия из России сможет пойти на экспорт в европейские страны. При этом появляется гарантия необходимых поставок энергии в нашу страну, перспективы за счет единства энергосистемы загрузить собственные электростанции, наращивать их мощности, вести модернизацию.

#### 5.4. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ И ТАРИФНОЙ ПОЛИТИКИ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Интенсивное удорожание импортируемого из России топлива и повышенные издержки на эксплуатацию стареющих энергоисточников и энергосетей в условиях естественного монополизма энергетической отрасли при хроническом недостатке инвестиций на их реконструкцию и модернизацию привели к резкому увеличению затрат на энергоснабжение потребителей. Особенно негативно сказалась стихийно принятая, непродуманная система перекрестного субсидирования энергоснабжения населения и сельского хозяйства за счет промышленности.

Непомерно высокие тарифы, особенно на теплоэнергию, вынуждают многие промышленные предприятия создавать собственные энергоисточники, чаще всего энергетически менее эффективные, чем в энергосистеме, а также нерационально использовать электроэнергию на цели теплоснабжения. Такие потребители обычно отключаются от централизованной системы теплоснабжения. При этом оставшиеся потребители, обеспечивающие основной эффект теплофикации, вынуждены брать на себя весь груз перекрестного субсидирования и тем самым подрывают свою экономическую эффективность и конкурентоспособность.

В результате из-за постоянного спада тепловых нагрузок ТЭЦ энергосистемы существенно уменьшается экономия топлива за счет теплофикации, что в итоге препятствует решению государственной задачи снижения энергоемкости ВВП и зависимости республики от импорта топливно-энергетических ресурсов. В то же время огульные (безадресные) льготы населе-

нию в оплате за энергию ведут к ее расточительному использованию. Таким образом, естественное при удорожании первичного топлива стремление потребителей к энергосбережению в результате непродуманной тарифной политики превращается в свою противоположность. Потери и ущербы нарастают, требуется неотложного решения проблемы энергетических тарифов.

Следует сказать, что в республике принимались решения по смягчению контраста в тарифах на теплоту и электроэнергию. Экономический метод распределения расхода топлива на ТЭЦ привел к существенному удешевлению производства теплоты в комбинированном процессе, однако этого оказалось недостаточно для полного устранения негативных последствий перекрестного субсидирования.

Учитывая вышеизложенное, специалисты "Техноэнергосервиса" предлагают тарифы на энергию в белорусской энергосистеме строить на базе объективно существующего экономического механизма, выраженного зависимостью цены и спроса на энергию. При этом верхняя граница тарифов не должна превышать стоимости производства теплоты и электроэнергии на альтернативных, конкурирующих с энергосистемой потребительских энергоисточниках. Нижняя граница тарифов должна обеспечивать минимально необходимую рентабельность энергосистеме при условии обеспечения нормативных удельных расходов топлива и нормативных затрат на эксплуатацию энергоисточников и энергосетей.

При таком подходе регулирующая роль государства в формировании тарифов будет проявляться при выборе энергетических конкурентов в виде альтернативных энергоустановок на предприятиях. Принимая тот или иной конкурирующий энергоисточник, государство сможет оказывать воздействие не только на величину рыночного тарифа, но и на процессы централизации энергоснабжения, развития теплофикации, на использование достижений технического прогресса и энергосбережение.

Кроме того, при формировании тарифов предложено учитывать влияние потребителей энергии на энергетическую эффективность работы энергосистемы по принципу обратной связи. Это рекомендовано делать применительно к теплофикации, где влияние потребителей проявляется через соотношение расходов потребляемого ими тепла и электроэнергии. Этим самым будет создана практическая возможность передавать потребителям, подключенным к ТЭЦ, часть экономического эффекта, получаемого в энергосистеме от теплофикации, предусматривать это при заключении договоров на поставку энергии и отражать в индивидуальных тарифах для конкретного потребителя. В результате будет обеспечиваться заинтересованность пот-



1	2	3	4
Сокращение количества льготных потребителей энергии	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Стимулирование экономического расхода энергии для ныне льготизируемых потребителей</li> <li>2. Снижение затрат на дотирование льготных потребителей</li> <li>3. Развитие рыночных отношений в сфере производства и потребления энергии</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обоснование категорий потребителей по уровню оплаты за энергоносители</li> <li>2. Расчеты полной себестоимости производства электроэнергии и теплоты для определения уровня тарифов на энергию для бюджетных организаций и предприятий сельского хозяйства</li> </ol>	Минэкономики, Минсельхоз, Госкомэнергосбережение
Снижение тяжести перекрестного субсидирования для предприятий, получающих тепловую энергию от источников энергосистемы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Снижение "пресса" перекрестного субсидирования для производственных потребителей</li> <li>2. Снижение себестоимости промышленной продукции и повышение ее конкурентоспособности на рынке товаров и услуг</li> <li>3. Рост промышленного производства и увеличение налоговых поступлений в государственный бюджет</li> <li>4. Увеличение загрузки ТЭЦ и стимулирование дальнейшего развития теплофикации вплоть до отказа потребителей от использования собственных недостаточных эффективных энергоисточников</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разработка метода расчета надбавки к стоимости электроэнергии для производственных потребителей с учетом реальной величины перекрестного субсидирования и структуры потребляемой ими энергии</li> <li>2. Апробирование предлагаемого способа привлечения всех производственных потребителей для субсидирования населения и снижения средней тяжести перекрестного субсидирования</li> <li>3. Оценка макроэкономического эффекта от рационализации системы субсидирования льготных потребителей</li> </ol>	Минэкономики, Минпром, Госкомэнергосбережение

1	2	3	4
Ликвидация перекрестного субсидирования в целом	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Реализация экономически обоснованных рыночных отношений в сфере производства и потребления энергоресурсов</li> <li>2. Максимальный учет взаимовыгодных интересов производителей и потребителей энергии при развитии энергетики республики</li> <li>3. Стимулирование промышленного производства, снижение энергоемкости ВВП и суммарного потребления топлива по республике</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расчет оптимального соотношения в темпах снижения объемов субсидирования населения за потребленную энергию и уровнем роста его доходов</li> <li>2. Планирование сроков поэтапного снижения объемов субсидирования населения и полного исключения перекрестного субсидирования</li> </ol>	Минэкономики, Минсоцобеспечение, Госкомэнергосбережение
Переход к средним рыночным тарифам на теплоэнергию в энергосистеме, ограниченной стоимостью производства теплоты на альтернативных, конкурирующих с энергосистемой теплоисточниках	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Варьирование альтернативных теплоисточников, поэтапное устранение прогрессирующего отключения потребителей теплоты от теплоснабжающей системы</li> <li>2. Обеспечение экономического соотношения в развитии централизованного и децентрализованного теплоснабжения</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обоснование выбора альтернативных теплоисточников для каждого этапа</li> <li>2. Расчет величины рыночного тарифа на теплоту по энергосистемам</li> <li>3. Определение и прогнозирование энергетических и экономических последствий установления рыночных тарифов на теплоту в энергосистеме</li> </ol>	Концерн "Белэнерго", Госкомэнергосбережение, Минэкономики

## 5.5. МИРОВОЙ ОПЫТ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Состояние экономики любых государств и жизненный уровень населения во многом определяются наличием запасов топливно-энергетических ресурсов и эффективностью их использования. Для государств, экономика которых базируется преимущественно на импорте энергоресурсов, что в полной мере относится и к Республике Беларусь, именно эффективность использования является одним из определяющих факторов производства конкурентоспособной продукции.

В индустриально развитых странах в отличие от прежней ориентации на крупномасштабное наращивание производства энергетических ресурсов высшим приоритетом энергетической стратегии является повышение эффективности энергопользования у потребителей, т.е. энергосбережение. Во многих странах разработаны национальные целевые программы экономии использования топливно-энергетических ресурсов, которые охватывают обширный комплекс мероприятий по совершенствованию структуры потребления энергоносителей, развитию материально-технической базы экономии ресурсов, более полному извлечению полезных компонентов, сбору и использованию вторичного сырья, контролю и учету энергопотребления.

Остановимся на опыте зарубежных стран в сфере управления энергосбережением и применения рациональных технологий использования энергии.

В новых индустриальных странах Юго-Восточной Азии (Корея, Сингапур, Гонконг и Тайвань) значительная часть энергосберегающих мероприятий финансируется самим государством, которое чаще всего само устанавливает энергетическое оборудование, соответствующее непромышленной сфере, выделяет владельцам жилых домов целевые беспроцентные ссуды или субсидии на перестройку зданий и приобретение материалов в соответствии с существующими стандартами и рекомендациями специалистов.

Правительство Тайваня предоставляет промышленным предприятиям низкопроцентные кредиты на приобретение энергосберегающего оборудования внутри страны и за рубежом.

В некоторых странах (Великобритания, США, Италия) в последние 10—15 лет предприняты шаги по регулируемой законом демонополизации деятельности электроэнергетических компаний путем постепенного вовлечения в рынок производства электроэнергии новых энергопроизводящих фирм, а также организации рынка по экономии электроэнергии как альтернативы увеличению ее производства.

Организация рынка услуг по реализации энергосбереже-

ния в регионе вынуждает энергосберегающие компании заниматься вопросами энергосбережения у потребителя. Ряд компаний в этих странах идут на поддержку энергосбережения у промышленного производителя, так как это ведет к экономическому оздоровлению обслуживаемого региона, росту производства и соответствующему увеличению потребления электроэнергии.

Энергетические обследования (энергоаудит) на промышленных предприятиях инспекторы энергоснабжающих компаний этих стран проводят либо самостоятельно, либо обращаются к услугам компетентных экспертов НИИ электроэнергетики (EPRI), университетов, технологических институтов и консалтинговых фирм. Энергетические обследования для коммерческого и бытового секторов энергокомпаний проводят самостоятельно.

В большинстве промышленно развитых стран мира (США, Германия, Япония, Франция, Испания, Англия и др.) существуют национальные программы развития нетрадиционной энергетики, предусматривающие в течение 5—10 предстоящих лет значительное расширение использования НВИЭ: до 2—5 % (Дания, Голландия, США) и до 10—15 % (Новая Зеландия, Австралия, Канада) общего потребления.

Наибольший интерес и распространение имеют установки, использующие солнечную энергию, энергию ветра и биомассы. Например, в США в 1990 г. из 3,6 млн ГДж энергии, произведенной за счет солнечной радиации, 3,5 млн Дж представляет собой низко потенциальное тепло, использованное для горячего водоснабжения. В Израиле в соответствии с законом, требующим, чтобы каждый дом был снабжен солнечной водонагревательной установкой, установлено около 800 тыс. солнечных установок, производящих 15 млн ГДж энергии и обеспечивающих 70 % потребности в горячей воде.

В последнее время в мире повысился интерес к установкам, непосредственно преобразующим солнечную радиацию в электроэнергию. В этом отношении интересен опыт Японии, где в настоящее время сооружается фотоэлектрическая установка (ФЭУ) мощностью 750 кВт. В США 90 энергетических компаний создали фотоэлектрическую группу, которая в течение ближайших 5 лет планирует ввести в эксплуатацию ФЭУ общей мощностью 47 кВт.

Ветроэнергетические установки (ВЭУ) достигли сегодня уровня коммерческой зрелости и в местах с благоприятными скоростями ветра могут конкурировать с традиционными источниками энергии. Так, в США установлено более 1,5 млн кВт ВЭУ, в Дании ВЭУ производят около 3 % потребляемой

## 5.5. МИРОВОЙ ОПЫТ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Состояние экономики любых государств и жизненный уровень населения во многом определяются наличием запасов топливно-энергетических ресурсов и эффективностью их использования. Для государств, экономика которых базируется преимущественно на импорте энергоресурсов, что в полной мере относится и к Республике Беларусь, именно эффективность использования является одним из определяющих факторов производства конкурентоспособной продукции.

В индустриально развитых странах в отличие от прежней ориентации на крупномасштабное наращивание производства энергетических ресурсов высшим приоритетом энергетической стратегии является повышение эффективности энергопользования у потребителей, т.е. энергосбережение. Во многих странах разработаны национальные целевые программы экономии использования топливно-энергетических ресурсов, которые охватывают обширный комплекс мероприятий по совершенствованию структуры потребления энергоносителей, развитию материально-технической базы экономии ресурсов, более полному извлечению полезных компонентов, сбору и использованию вторичного сырья, контролю и учету энергопотребления.

Остановимся на опыте зарубежных стран в сфере управления энергосбережением и применения рациональных технологий использования энергии.

В новых индустриальных странах Юго-Восточной Азии (Корея, Сингапур, Гонконг и Тайвань) значительная часть энергосберегающих мероприятий финансируется самим государством, которое чаще всего само устанавливает энергетическое оборудование, соответствующее непромышленной сфере, выделяет владельцам жилых домов целевые беспроцентные ссуды или субсидии на перестройку зданий и приобретение материалов в соответствии с существующими стандартами и рекомендациями специалистов.

Правительство Тайваня предоставляет промышленным предприятиям низкопроцентные кредиты на приобретение энергосберегающего оборудования внутри страны и за рубежом.

В некоторых странах (Великобритания, США, Италия) в последние 10—15 лет предприняты шаги по регулируемой законом демонополизации деятельности электроэнергетических компаний путем постепенного вовлечения в рынок производства электроэнергии новых энергопроизводящих фирм, а также организации рынка по экономии электроэнергии как альтернативы увеличению ее производства.

Организация рынка услуг по реализации энергосбереже-

ния в регионе вынуждает энергосберегающие компании заниматься вопросами энергосбережения у потребителя. Ряд компаний в этих странах идут на поддержку энергосбережения у промышленного производителя, так как это ведет к экономическому оздоровлению обслуживаемого региона, росту производства и соответствующему увеличению потребления электроэнергии.

Энергетические обследования (энергоаудит) на промышленных предприятиях инспекторы энергоснабжающих компаний этих стран проводят либо самостоятельно, либо обращаются к услугам компетентных экспертов НИИ электроэнергетики (EPRI), университетов, технологических институтов и консалтинговых фирм. Энергетические обследования для коммерческого и бытового секторов энергокомпаний проводят самостоятельно.

В большинстве промышленно развитых стран мира (США, Германия, Япония, Франция, Испания, Англия и др.) существуют национальные программы развития нетрадиционной энергетики, предусматривающие в течение 5—10 предстоящих лет значительное расширение использования НВИЭ: до 2—5 % (Дания, Голландия, США) и до 10—15 % (Новая Зеландия, Австралия, Канада) общего потребления.

Наибольший интерес и распространение имеют установки, использующие солнечную энергию, энергию ветра и биомассы. Например, в США в 1990 г. из 3,6 млн ГДж энергии, произведенной за счет солнечной радиации, 3,5 млн Дж представляет собой низко потенциальное тепло, использованное для горячего водоснабжения. В Израиле в соответствии с законом, требующим, чтобы каждый дом был снабжен солнечной водонагревательной установкой, установлено около 800 тыс. солнечных установок, производящих 15 млн ГДж энергии и обеспечивающих 70 % потребности в горячей воде.

В последнее время в мире повысился интерес к установкам, непосредственно преобразующим солнечную радиацию в электроэнергию. В этом отношении интересен опыт Японии, где в настоящее время сооружается фотоэлектрическая установка (ФЭУ) мощностью 750 кВт. В США 90 энергетических компаний создали фотоэлектрическую группу, которая в течение ближайших 5 лет планирует ввести в эксплуатацию ФЭУ общей мощностью 47 кВт.

Ветроэнергетические установки (ВЭУ) достигли сегодня уровня коммерческой зрелости и в местах с благоприятными скоростями ветра могут конкурировать с традиционными источниками энергии. Так, в США установлено более 1,5 млн кВт ВЭУ, в Дании ВЭУ производят около 3 % потребляемой

страной энергии, велики мощности установленных ВЭУ в Швеции, Голландии и Германии.

В последнее время повысилось внимание к использованию биомассы в энергетических целях. Это вызвано тем, что использование растительной биомассы при условии ее непрерывного восстановления (новые лесные посадки после вырубки леса) не приводят к увеличению концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере; созданные технологии позволяют использовать биомассу значительно более эффективно, чем раньше.

### 5.5.1. Законодательный опыт Российской Федерации в области энергосбережения

В Российской Федерации принят федеральный закон "Об энергосбережении".

Настоящий федеральный закон регулирует отношения, возникающие в процессе деятельности в области энергосбережения, в целях создания экономических и организационных условий для эффективного использования энергетических ресурсов.

Законодательство Российской Федерации об энергосбережении состоит из Федерального закона и принимаемых в соответствии с ним других федеральных законов, иных нормативных правовых актов Российской Федерации, а также законов и иных нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации по вопросам энергосбережения, принимаемых в соответствии с договорами.

Объектом государственного регулирования в области энергосбережения являются отношения, возникающие в процессе деятельности, направленной на:

- эффективное использование энергетических ресурсов при их добыче, производстве, переработке, транспортировке, хранении и потреблении;
- осуществление государственного надзора за эффективным использованием энергетических ресурсов;
- развитие добычи и производства альтернативных видов топлива, способных заменить энергетические ресурсы более дорогих и дефицитных видов;
- создание и использование энергоэффективных технологий, топливо-, энергопотребляющего и диагностического оборудования, конструкционных и изоляционных материалов, приборов для учета расхода энергетических ресурсов и для контроля за их использованием, систем автоматизированного управления энергопотреблением;

• обеспечение точности, достоверности и единства измерения в части учета отпускаемых и потребляемых энергетических ресурсов.

Энергосберегающая политика государства основана на следующих принципах:

- приоритета эффективного использования энергетических ресурсов;
- осуществления государственного надзора за эффективным использованием энергетических ресурсов;
- обязательности учета юридическими лицами производимых или расходуемых ими энергетических ресурсов, а также учета физическими лицами получаемых ими энергетических ресурсов;
- включения в государственные стандарты на оборудование, материалы и конструкции, транспортные средства показателей их энергоэффективности;
- сертификации топливо-, энергопотребляющего, энергосберегающего и диагностического оборудования, материалов, конструкций, транспортных средств, а также энергетических ресурсов;
- сочетания интересов потребителей, поставщиков и производителей энергетических ресурсов;
- заинтересованности юридических лиц — производителей и поставщиков энергетических ресурсов в эффективном использовании энергетических ресурсов.

В государственные стандарты на энергопотребляющую продукцию включаются показатели ее энергоэффективности в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

При добыче, производстве, переработке, транспортировке, хранении и потреблении энергетических ресурсов показатели их эффективного использования, а также показатели расхода энергии на обогрев, вентиляцию, горячее водоснабжение и освещение зданий, иные показатели энергопотребления производственных процессов в установленном порядке включаются в соответствующую нормативно-техническую документацию.

Энергопотребляющая продукция любого назначения, а также энергетические ресурсы подлежат обязательной сертификации на соответствующие показатели энергоэффективности. Обязательная сертификация осуществляется в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

Соответствие производимого бытового оборудования требованиям, установленным государственными стандартами в час-

ти показателей энергопотребления, подтверждается путем обязательного маркирования указанного оборудования.

При добыче, производстве, переработке, транспортировке, хранении и потреблении энергетических ресурсов, а также при их сертификации осуществляется обязательный государственный метрологический контроль и надзор в области энергосбережения.

Энергосберегающая политика государства осуществляется на основе реализации федеральных и межрегиональных программ в области энергосбережения путем:

- стимулирования производства и использования топливно-энергосберегающего оборудования;
- организации учета расхода энергетических ресурсов, а также контроля за их расходом;
- осуществления государственного надзора за эффективным использованием энергетических ресурсов;
- проведения энергетических обследований организаций;
- проведения энергетической экспертизы проектной документации для строительства;
- реализации демонстрационных проектов высокой энергетической эффективности;
- реализации экономических, информационных, образовательных и других направлений деятельности в области энергосбережения.

В целях стимулирования эффективного использования энергетических ресурсов в порядке, определяемом правительством Российской Федерации, осуществляется установление сезонных цен на природный газ и сезонных тарифов на электрическую и тепловую энергию, а также внутрисуточных дифференцированных тарифов на электрическую энергию.

Информационное обеспечение энергосбережения осуществляется путем:

- обсуждения федеральных и межрегиональных программ в области энергосбережения;
- координации работ по подготовке демонстрационных проектов высокой энергетической эффективности;
- организации выставок энергоэффективного оборудования и технологий;
- предоставления потребителям энергетических ресурсов информации по вопросам энергосбережения;
- пропаганды эффективного использования энергетических ресурсов.

Международное сотрудничество Российской Федерации в области энергосбережения осуществляется в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Основными направлениями международного сотрудничества в области энергосбережения являются:

- взаимовыгодный обмен энергоэффективными технологиями с иностранными и международными организациями;
- участие Российской Федерации, российских организаций в международных проектах в области энергосбережения;
- согласование показателей энергоэффективности, предусмотренных государственными стандартами Российской Федерации, с требованиями международных стандартов, а также взаимное признание результатов сертификации.

### 5.5.2. Опыт энергосберегающей политики в США

Политика энергосбережения в различных ее формах стала проводиться в США примерно с середины 70-х годов. За первые 10 лет ее осуществления затраты на энергию были снижены более чем на 200 млрд дол. В 1974—1986 гг. энергоемкость промышленности США ежегодно снижалась на 3,7 %, а в дальнейшем темп снижения составил около 1,2 % в год.

За период 1985—1995 гг. энергосберегающая эффективность холодильного оборудования в США выросла в 3—7 раз, морозильников в 4—5 раз. О масштабах экономии хорошее представление дает массовый переход в освещении домов на флюоресцентные светильники. Они оказались в 4 раза эффективнее в плане энергозатрат, и срок их службы в 10 раз превышает аналогичные показатели по обычным лампам накаливания. Установка 195 млн флюоресцентных ламп в США только в 1995 г. избавила США от необходимости наращивать мощность своих ТЭЦ на 9,6 млн кВт.

Список широко применяемых в США новых методов энергосбережения можно пополнить указанием о новых типах автомобилей, авто- и авиамоторов, успехах в строительстве с применением новых сохраняющих тепло материалов, повсеместное внедрение термостатов и мониторинга зданий во избежание потерь тепла, внедрение энергосберегающих технологий в металлургии, химической и целлюлозно-бумажной промышленности.

В конце 90-х гг. в США на освещение в среднем расходовалось 500 млрд кВт·ч электроэнергии или 20 % общего ее производства в стране. При этом 40 % энергии потребляется в лампах накаливания, 40 % — в флюоресцентных лампах и 20 % — в газоразрядных лампах большой мощности. Технические усовершенствования флюоресцентных ламп и замена накаливания компактными флюоресцентными светильниками обеспе-

чивают в перспективе снижение затрат электроэнергии на освещение до 40 %. Основными источниками в флюоресцентных светильниках являются твердотельные высокочастотные балансные сопротивления, которые в усовершенствованных вариантах выделяют меньше тепла и позволяют регулировать яркость лампы в широком диапазоне. Такие светильники используют с автоматическими системами управления, которые гибко регулируют мощность искусственных источников света с учетом естественной освещенности, а также наличия людей на рабочих местах. Эти усовершенствования обеспечивают экономию энергии на освещение в размере от 25 до 70 %, а дополнительные удельные затраты не превышают 0,02 дол. за 1 кВт·ч.

В США в летний период максимальные нагрузки в электросетях часто в 2—3 раза превышают нагрузки в ночное время и достигают 500 кВт. При этом треть этих нагрузок связана с работой системы кондиционирования воздуха. Поэтому в дневное время в часы пик тарифы на электроэнергию повышены, а в остальное время — льготные. Сложившаяся система тарифов включает дифференцированные тарифы, размеры которых возрастают при увеличении электропотребления; сниженные тарифы устанавливаются для жильцов зданий, выполняющих определенные мероприятия по энергосбережению; более высокие тарифы взимаются по более высокой ставке на весь период повышенного спроса; прерывные тарифы взимаются, когда предусматривается возможность резкого снижения предложения электроэнергии. Некоторые коммунальные предприятия устанавливают для покупателей специальные энергосберегающие тарифы в тех случаях, когда они приобретают новые дома с хорошей теплоизоляцией и эффективными системами энергоотопления. В этом случае ставка тарифа снижается на 12—14 %. Практикуется система, при которой клиенты обязуются поддерживать потребление электроэнергии на более низких условиях в обмен на сниженные тарифы. При этом достигается экономия пикового спроса в среднем 1,3 кВт на клиента в доме.

До недавнего времени электросчетчики, фиксирующие расход энергии с учетом времени суток, имели сравнительно высокую цену. Поэтому дифференцированный тариф на израсходованную электроэнергию распространялся лишь на крупных потребителей энергии (мощностью свыше 500 кВт), хотя на небольших потребителей (жилые дома и малые коммерческие предприятия) приходится 2/3 пиковых нагрузок в сетях. В настоящее время разработаны и в ближайшие 10 лет получат распространение недорогие счетчики электроэнергии

с микропроцессорами, которые позволят распространить дифференцированный тариф на всех потребителей электроэнергии.

Около 30 % теплопотерь связано с окнами. Если у окна с двойным стеклом одну из внутренних поверхностей покрыть тонкой прозрачной пленкой из материалов с низкой излучающей способностью, например, оксида олова, которая отражает инфракрасное излучение обратно в здание, то эффективное удельное термическое сопротивление такого окна возрастает еще в 1,5 раза. Дальнейшее повышение удельного термического сопротивления окна в 2 раза возможно при заполнении промежутка между двумя стеклами ксеноном или аргоном вместо воздуха. При вакуумировании пространства между стеклами или заполнении его ксеноном такое окно имеет термическое сопротивление обычной стены с теплоизоляцией.

Одним из перспективных направлений является оборудование зданий тепловыми аккумуляторами. Так, в Стенфордском университете вместо установки требующихся дополнительных кондиционеров стоимостью 1,5 млн дол. был построен тепловой аккумулятор в виде бака с холодной водой для имеющейся системы кондиционирования воздуха. Охлаждение воды в баке производится в ночные часы. Эта система позволила уменьшить пиковые нагрузки в сетях на 3,5 МВт и обеспечила экономию 200 тыс. дол. в год.

Прогнозируемое совершенствование систем освещения, автоматизированного контроля и экономии тепла, как ожидается, позволит достичь нового стандарта в ежегодном потреблении энергии на 1 м<sup>2</sup> площади здания — 262,7 тыс. ккал в год.

### 5.5.3. Энергосбережение в промышленности Японии

В Японии после первого нефтяного кризиса были приняты меры по энергосбережению, которые привели к снижению на 35 % энергоемкости валового национального продукта. Однако в последние семь лет энергопотребление увеличивалось в среднем на 3,1 % в год, поэтому японское правительство в 1993 г. пересмотрело “Закон об энергосбережении”, основные принципы которого излагаются ниже.

В соответствии с новой редакцией закона, Министерство международной торговли и промышленности Японии (ММТП) должно устанавливать и объявлять основные принципы политики, направленной на всестороннее стимулирование рационального энергоиспользования, а основные энергопользователи должны предпринимать усилия по рационализации энергопользования в соответствии с этой политикой.

#### *А. Регулирование в промышленном секторе.*

В промышленном секторе, который потребляет свыше 50 % всей энергии, регулирование осуществляется по следующим основным направлениям.

1. Методические указания для руководителей промышленных предприятий.

ММТП при содействии органов, регулирующих ту или иную отрасль, устанавливает для руководителей стандарты и нормативы и дает необходимые указания по использованию энергии, касающиеся:

- рационального сжигания топлива;
- рационализации отопления, охлаждения и теплопередачи;
- предотвращения тепловых потерь;
- использования сбросного тепла;
- эффективного преобразования тепловой энергии в электрическую;
- уменьшения потерь электроэнергии.

#### 2. Энергоменеджмент.

На каждом предприятии промышленности и энергетики, потребляющем газ и тепло в количествах, превышающих 3000 т условного топлива (в нефтяном эквиваленте) в год или электрическую мощность более 12 гигаватт, ММТП обязывает учредить службу энергетического менеджмента.

#### 3. Контроль за использованием энергии.

Если на предприятии допускаются вопиющие нарушения принципов рационального энергопользования, министерство может само или через соответствующее ведомство потребовать от руководителя предприятия представить план энергосбережения; на нарушение дисциплины энергосбережения министерство отреагирует указанием исполнить требуемые по инструкции мероприятия.

#### 4. Назначение энергоменеджеров.

Руководитель предприятия должен назначать определенное количество лицензированных энергоменеджеров, основным содержанием деятельности которых является принятие мер по рациональному использованию энергии и предоставление ежегодных отчетов по энергосбережению в министерство или в государственные ведомства, курирующие соответствующую отрасль.

Проведение экзаменов и лицензирование энергоменеджеров осуществляется организацией, уполномоченной министерством. Закон определяет процедуры и критерии проведения экзаменов, другие правила, касающиеся предоставления и отзыва лицензии.

С 1984 г. аттестацию энергоменеджеров уполномочен проводить Японский центр по энергосбережению (ЯЦЭ).

#### 5. Энергоаудит.

На больших предприятиях, обязанных организовать службу энергоменеджмента, имеется необходимое контрольное оборудование, и они должны сами проводить энергоаудит при поддержке энергоменеджеров.

На малых и средних предприятиях с числом работающих менее 300 чел. энергоаудит проводится бесплатно. В обследовании принимают участие 1—2 инспектора из ЯЦЭ в течение одного-двух дней. С 1955 г. проведено примерно 5600 таких обследований по всей Японии.

В средних или больших компаниях ЯЦЭ проводит штатный энергоаудит. Два или три эксперта проводят сначала предварительное обследование, за которым следует детальное обследование производственных процессов. Предлагаются конкретные меры по плану энергосбережения с определением ожидаемых выгод и требуемых средств.

#### *Б. Регулирование энергопотребления зданий и сооружений.*

Любое лицо или организация, намеревающиеся строить здание, обязаны принять все меры для предотвращения тепловых потерь и для рационального использования всех видов энергетического оборудования в здании в соответствии со стандартами, устанавливаемыми ММТП и Министерством строительства.

Устанавливаются предельные тепловые потери через стены зданий, коэффициенты энергопотребления для кондиционеров, вентиляторов, эффективность осветительных приборов, отопительных систем, лифтов и т.д.

Оба министерства дают необходимые консультации и руководящие указания как для строителей больших сооружений, так и для владельцев частного жилья.

Если министерство устанавливает, что для здания площадью более 2000 м<sup>2</sup> эффективность использования энергии не соответствует стандарту и владелец не подчиняется соответствующим требованиям, министерство уведомляет об этом соответствующее ведомство.

#### *В. Меры регулирования энергоэффективности энергоемкого оборудования и транспортных средств.*

Большая доля потребления энергии приходится на автомобили, кондиционеры и другое энергоемкое оборудование. Его эффективность, предусмотренная проектными показателями, определяется на стадии производства. Закон налагает определенные обязательства на производителей и импортеров автомобилей и бытового оборудования. ММТП устанавливает стан-

дарты энергоэффективности, обязательные для крупных поставщиков, например, поставляющих более 2000 автомобилей в год или более 50 кондиционеров в год.

Показатели экономичности автомобилей должны быть не ниже устанавливаемых стандартов, например, автомобиль массой менее 702,5 кг должен будет проходить на одном литре бензина 19,2 км, т.е. на 100 км должно уходить не более 5,2 л бензина. Для автомобиля массой 1000 кг расход бензина должен быть не более 6,1 л на 100 км.

Стандарт для грузовых автомобилей будет введен в 2003 г., при этом их экономичность должна возрасти на 5 % по сравнению с 1993 г.

#### *Г. Экономичность электрооборудования.*

Подобным же образом устанавливаются стандарты, которые будут введены в будущем для электрооборудования, вплоть до определения расхода энергии на привод магнитных дисков для компьютеров. (Например, предельная световая эффективность для люминесцентных ламп устанавливается на уровне 62 лм/Вт.)

#### *Д. Информирование потребителя.*

Предпринимаются меры по информированию населения об энергосбережении, выпускаются брошюры и плакаты, проводятся симпозиумы и используются средства массовой информации. Устанавливаются "День энергосбережения", "Месячник энергосбережения" и "Генеральная проверка энергосбережения" для обучения населения и повышения общественной активности.

Оборудование должно маркироваться таким образом, чтобы обычные покупатели могли выбрать наиболее экономичные модели. Правила маркировки оборудования по энергоэффективности устанавливают ММТП и другие министерства.

Закон устанавливает и другие требования, касающиеся финансовых и налоговых мер по стимулированию энергосбережения. Закон также устанавливает порядок представления отчетов, проведения инспекторских проверок и наложения штрафов.

Закон предусматривает возможность внесения необходимых изменений в отдельные статьи в соответствии с изменением конъюнктуры.

Ввиду наблюдающегося роста энергопотребления из-за низких цен на энергоносители предусматриваются специальные финансовые и технические мероприятия для снижения удельного энергопотребления в промышленности и в коммунальной сфере.

На предприятиях Японии широко практикуется работа "кружков качества" — малых групп, объединяющих работников компании, которые самостоятельно и при содействии руководящих работников разрабатывают и внедряют предложения по рационализации и совершенствованию труда на предприятии, в том числе по экономии энергии.

Эту работу инициирует и стимулирует руководство фирмы. Работа кружка может проводиться по-разному — в рабочее время (около 1 часа) и во вне рабочее время, может поощряться материально или нет, но всегда поощряется морально. Деятельность "кружков качества" дает громадный материальный эффект.

"Кружки качества" — это лишь одна из структур, участвующих в развитой системе борьбы за эффективность производства. Деятельность по энергосбережению в более широком плане организуется посредством следующих структур:

- линейной организации, основанной на обычной производственной структуре предприятия;
- бригады по выполнению проекта, состоящей из специально выделенных сотрудников;
- малой группы контроля качества.

Линейная организация способна объединить все структуры предприятия сверху донизу. Ее преимущества — хорошая структурированность и управляемость. Однако у нее есть и определенные недостатки. В рамках линейной организации сотрудники стараются уклониться от ответственности. Система со временем становится стереотипной. Разработанный план модернизации иногда не соответствует реальной производственной ситуации. Управленческие структуры имеют зачастую теоретическое, а не реальное представление о положении дел.

Линейная организация эффективна на первичном этапе внедрения энергосберегающих мероприятий.

Бригада по выполнению проекта (ВВП) — это временный коллектив специалистов, нацеленный на решение определенной задачи. Бригада распускается, если рассматриваемая проблема решена или передана линейной организации.

Преимущества ВВП — это ее мобильность, высокая степень готовности к разработке перспективных тем, требующих длительного периода сложных исследований. Однако в ряде случаев результаты деятельности ВВП не доходят до основной массы сотрудников, занятых в производстве.

Малая группа контроля качества (ГКК) основана на привлечении к ее деятельности всех, в том числе рядовых сотрудников предприятия, т.е. тех, кто непосредственно занят в про-



изводственной сфере, кто реально использует энергию и реально участвует в выполнении энергосберегающих мероприятий. В рамках ГКК сотрудники работают над темами по энергосбережению.

Обычно ГКК насчитывает 5—10 высококвалифицированных специалистов, осуществляющих постоянный самоконтроль и повышающих качество своей работы. Их деятельность в значительной степени поддерживается линейной организацией. При поддержке линейной организации организуются обсуждения, сбор и анализ информации, формулируются пути практического решения задач.

Деятельность ГКК развивается в рамках прекрасно разработанных и одновременно гибких методик. Используется, например, программа “семи приемов контроля качества”, включающая следующие этапы:

- 1) формулировку темы;
- 2) анализ ситуации и формулировку задачи;
- 3) планирование мероприятий;
- 4) анализ причин и следствий (временной аспект, обобщение, текущие изменения, взаимосвязи);
- 5) рассмотрение и реализация контрмер;
- 6) проверку результатов;
- 7) стандартизацию и контроль.

Соответственно используются “семь приемов” представления результатов:

- 1) графики по нарастающему итогу;
- 2) причинно-следственные диаграммы;
- 3) графики и диаграммы;
- 4) листки контроля;
- 5) гистограммы;
- 6) статистические диаграммы;
- 7) диаграммы контроля.

Основные принципы деятельности ГКК:

- 1) полное раскрытие потенциала каждого человека и, в конечном счете, развитие потенциала группы;
- 2) улучшение условий труда так, чтобы работа становилась приятной, жизненно важной и приносящей удовлетворение;
- 3) внесение вклада в улучшение и развитие предприятия.

Исполнители и руководители обеспечивают условия, при которых деятельность ГКК содействует укреплению предприятия; их задачи при этом состоят в следующем:

- 1) направлять интересы участников ГКК на превращение трудовой деятельности в важный аспект жизни работников;
- 2) оказывать поддержку группам ГКК, вносящим свой вклад в реформы и рост предприятия;

3) не проявлять торопливость в получении экономической выгоды;

4) в первую очередь оказывать людям помощь в развитии их потенциальных возможностей. Добиться, чтобы обстановка на предприятии содействовала полному раскрытию потенциала работников;

5) поддерживать творческую самостоятельность сотрудников предприятия;

6) проводить четкую политику поддержки деятельности ГКК и создать организационные структуры для этой поддержки;

7) организовывать работу по повышению квалификации сотрудников;

8) планомерно разъяснять рабочим и служащим политику управления на предприятии;

9) поощрять и стимулировать деятельность работников предприятия в ГКК;

10) оказывать поддержку участию групп ГКК в презентациях во внешних структурах.

ГКК, широко внедряемые в японской промышленности, являются мощной движущей силой экономического развития Японии.

#### 5.5.4. Повышение эффективности использования энергии в промышленности Дании

Отличительной особенностью датской электроэнергетики является специфическая форма собственности и структура энергокомпаний. Владельцами энергокомпаний являются потребители, а сами энергокомпании бесприбыльны. Каждый потребитель с момента подключения к сети становится акционером распределительной компании и имеет право избирать своих представителей в ее Генеральное собрание, которое в свою очередь избирает Правление.

Если компания получает прибыль (а это возможно, например, при падении цен на топливо), то потребитель получает дивиденды в форме снижения цены на энергию на следующий год.

Основные законодательные инициативы в Дании были вызваны энергетическим кризисом начала 70-х гг. В 1978 г. появился первый долгосрочный энергетический план Дании, в 1979 г. было введено планирование отопления и было решено давать субсидии на энергосбережение. Дания одной из первых приняла закон о выбросах CO<sub>2</sub>. В 1990 г. в стране принят план развития энергетики до 2005 г. — “Энергия 2000”. В пла-

не предусмотрено: снижение энергопотребления на 15 % при ежегодном повышении ВВП на 2 %; рост потребления газа на 170 % при сокращении объемов потребления угля на 45 % и мазута на 40 %; снижение выбросов CO<sub>2</sub> на 20 %, SO<sub>2</sub> — на 60 %, NO<sub>x</sub> — на 50 %. Эти цели предполагается достичь без дополнительных затрат, а необходимые инвестиции компенсировать абсолютным снижением объемов потребления топлива, экономией затрат на эксплуатацию и обслуживание энергоустановок.

Предполагается, что расширение производства электроэнергии будет производиться в форме преобразования существующих котельных на мини-ТЭЦ путем "надстройки" на них газовых турбин. Коэффициент использования тепла на ТЭЦ в среднем составляет 80 %, а на экспериментальной ТЭЦ, использующей теплонасосы, — 98 %. Энергокомпании согласились получать у ТЭЦ всю произведенную электроэнергию по цене, которая соответствует 85 % закупочной цены крупного потребителя.

Стоимость электроэнергии в быту в Дании в 2,8 раза выше, чем в промышленности, ее цена дифференцирована по времени суток.

В Дании имеется стройная система стимулирования энергосбережения и роста энергетической эффективности, основанная на налогообложении и субсидиях. Средний процент субсидий составляет 40 % основных капиталовложений в новые сети и около 20 % при реконструкции сетей, а субсидии для теплоизоляции зданий могут достигать 50 %. Кроме того, различные субсидии могут сочетаться между собой. Местные власти несут непосредственную ответственность за планирование и выполнение энергетических проектов на местном уровне.

В Дании, как и в ряде других стран Европы, действуют государственные консалтинговые организации, работающие в области энергетики и энергосбережения. Основными организациями в этой сфере являются:

а) тепловая инспекция, которая проводит техническое обследование зданий на предмет соответствия энергетическим стандартам. Инспекция проводится в зданиях, построенных до 1979 г. (до введения действующих ныне строительных норм). Обследование зданий производится по стандартной процедуре независимыми инспекторами. В результате владелец получает рекомендации по типовым мероприятиям, позволяющим привести здание и его оборудование в состояние, отвечающее требованиям по экономии энергии, введенным в 1989 г. для новых зданий. Около 50 % домов в Дании прошли эту инспекцию;

б) инспекция котлов, работающих на мазуте, которая ежегодно проводит обследование всех котлов малой мощности. Обследование включает в себя измерение потерь тепла с дымовыми газами. Считается, что за 12 лет своего существования инспекция способствовала экономии 4 % энергоносителей в масштабах всей Дании;

в) служба консультаций по системам теплоснабжения, занимающаяся проверкой квалификации и консультированием эксплуатационного персонала теплоснабжающих систем большой мощности, работающих как на мазуте, так и на газе, а также систем централизованного теплоснабжения. В результате деятельности службы за 12 лет потребление нефти в Дании снизилось на 19 %, газа — на 10 %, расход топлива в системах теплоснабжения снизился на 2 %.

Методика проведения энергоаудита в Дании основана на типовом алгоритме, который обеспечивает эффективную работу самого аудитора, а также, поскольку программа стандартная, позволяет эффективно подключать других аудиторов на определенных (стандартных) этапах работы. Энергетический аудит проводится приблизительно по следующей схеме.

1. Описание предприятия.
2. Выяснение ключевых цифр.
3. Обзор потоков энергии на предприятии.
4. Определение (путем измерений и вычислений) потребления энергии.
5. Составление карты потребления энергии — анализ баланса энергопотребления.
6. Определение состояния предприятия и разработка предложений по энергоэффективности.
7. Помощь в проведении мероприятий по повышению энергоэффективности.
8. Внедрение системы энергетического менеджмента — помощь в организации энергетически оптимальной эксплуатации и обслуживании оборудования.
9. Помощь в организации закупок энергетически эффективного оборудования.

За 1970—1993 гг. при росте валового внутреннего продукта (ВВП) в 1,8 раза потребление всей энергии в Дании абсолютно уменьшилось на 5 %, а потребление электроэнергии возросло только на 60 %, что означает снижение энергоемкости в 2 раза и электроемкости ВВП на 12 %.

Снижение энергоемкости было достигнуто за счет четырех основных факторов:

- изменения структуры использования первичных энергоресурсов, в первую очередь рост доли природного газа в энер-

гопотреблении, а также увеличение доли отходов и нетрадиционных источников энергии (щепа, солома, мусор, солнечная и, особенно, ветровая энергия) в производстве энергии (7 % в общем энергобалансе);

- развития комбинированного производства электроэнергии и тепла;
- реконструкции и развития эффективных систем подачи тепла;
- повышения эффективности использования конечных энергоносителей в сфере их непосредственного применения.

## ЛИТЕРАТУРА

*Барышев В., Трутаев В.* Источник энергии — в ее экономии // Белор. думка. 1997. № 2. С. 64—71.

*Варновский Б.П., Колесников А.И., Федеров М.Н.* Энергоаудит объектов коммунального хозяйства и промышленных предприятий: Учеб. пособие. М., 1998.

Ведамасці Нацыянальнага сходу Рэспублікі Беларусь. 1998. № 31—32.

*Викторов Ю.* Энергия не исчезает. Она ... предъявляет отчет // Дело. 1998. № 9. С. 28—31.

Возобновляемые источники энергии в Республике Беларусь: прогноз, механизмы реализации. Мн., 1997.

*Герасимов В.В.* Основные направления развития энергетики Республики Беларусь // Нестор-вестник-НВ. 1997. № 1(3). С. 2—6.

Государственная научно-техническая программа "Энергосбережение". Мн., 1997.

*Григорьев В.А.* Тепловые и атомные электростанции. М., 1989.

Использование топливно-энергетических и материальных ресурсов в народном хозяйстве Республики Беларусь за 1990—1997 гг. Мн., 1998.

*Коваленко Э.П.* Возобновляемые источники энергии и возможности их использования в Беларуси. Мн., 1995.

Материалы Web-сервера [WWW.energocentre.nsys.by](http://WWW.energocentre.nsys.by)

Материалы Web-сервера [WWW.iea.org/statist/Keyworld/Keystat.htm](http://WWW.iea.org/statist/Keyworld/Keystat.htm)

Материалы Web-сервера [WWW.open.by](http://WWW.open.by)

Методические рекомендации для преподавателей средних технических учебных заведений по энергосбережению. Мн., 1996.

*Моховский А.* Белорусская энергетика: иллюзии и реальность // Белор. деловая газ. 1998. № 44(475).

Нетрадиционные возобновляемые источники энергии: Учеб. пособие / В.А. Брылева и др. Мн., 1996.

✓ Плюто М.В., Клавсутъ Р.В. Рациональное использование электрической и тепловой энергии. Мн., 1983.

Развитие топливно-энергетического комплекса — основа подъема экономики страны / В. Высоцкая, Н. Тоганович, А. Пинчук // Белор. экономика: анализ, прогноз, регулирование. 1998. № 5. С. 3—9.

✓ Республиканская программа энергосбережения на 2001—2005 годы. Аннотация // Энергоэффективность. 2001. № 4—6.

Роджерс Эрик. Физика для любознательных: В 3-х т. М., 1972.

Сепольская Н.А. Организационно-экономические и социальные аспекты энергосбережения // Пробл. переходной экономики. Мн., 1997.

Сивак А.В., Ширма Р.Р. Основные направления энергетической политики Республики Беларусь // Энергия и менеджмент. 2001. Вып. 1. С. 13—19.

Сравнительный анализ приоритетов энергетической и научно-технической политики США, ЕС, Японии: Обзорн. инф. М., 1994.

✓ Стандартизация энергопотребления — основа энергосбережения / П.П. Безруков, Е.В. Пашков, Ю.А. Церерин, М.Б. Плущевский // Стандарты и качество. 1993. № 11. С. 9—25.

Степанов В.С., Степанова Т.Б. Эффективность использования энергии. Новосибирск, 1994.

Теплофикация и теплоснабжение: Сб. науч. тр. Белор. науч.-исслед. проектно-конструкц. энерг. ин-та. Мн., 1996.

Устойчивое энергетическое развитие в Европе и Северной Америке: Обзорн. инф. М., 1992.

✓ Энергетическая программа Республики Беларусь на период до 2010 года. Мн., 1992.

Учебное издание

Самойлов Михаил Владимирович  
Паневчик Валентин Владимирович  
Ковалев Александр Николаевич

## Основы энергосбережения

Учебное пособие

Ответственный за выпуск Л.А. Чеснокова

Редактор Ж.И. Васюк  
Корректор А.К. Лануста  
Технический редактор О.В. Амбарцумова  
Компьютерный дизайн Ю.В. Родионова

Налоговая льгота — Общегосударственный классификатор Республики Беларусь  
ОКРБ 007-98, ч. 1: 22.11.20.100

Подписано в печать 18.01.2002. Формат 60×90/16. Бумага газетная. Гарнитура School  
Book. Офсетная печать. Усл.печ.л. 12,5. Уч.-изд.л. 10,7. Тираж 5000 экз. Заказ 4

Белорусский государственный экономический университет  
Лицензия ЛВ № 170 от 21.01.1998  
220070, Минск, просп. Партизанский, 26

Отпечатано с диапозитивов заказчика в ООО "Юнипол"  
Лицензия ЛП № 210 от 05.01.1998  
220039, Минск, ул. Короткевича, 7