

Министерство образования Российской Федерации  
Томский политехнический университет

---

**ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ  
НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

Учебное пособие

Томск 2000

УДК 621

Энергосбережение на промышленных предприятиях: Учебное пособие / Под ред. проф. М.И. Яворского. – Томск: Изд. ТПУ, 2000. – 134 с.

Пособие по энергосбережению на промышленных предприятиях предназначено для студентов, обучающихся по специализации «Энергосбережение в системах электроснабжения промышленных предприятий», которые в соответствии с планом подготовки в вузе изучают дисциплину «Энергосбережение на промышленных предприятиях».

Пособие подготовлено специалистами Регионального Центра управления энергосбережением и кафедр энергетических факультетов ТПУ, соответствует программе дисциплин и предназначено для студентов Центра дистанционного образования.

Печатается по постановлению Редакционно-издательского Совета Томского политехнического университета.

Рецензенты:

- А.Л. Мызин – доктор технических наук, профессор кафедры «Автоматизированные Электрические Системы» Уральского государственного технического университета (УГТУ-УПИ);
- В.И. Готман - кандидат технических наук, доцент кафедры «Электроснабжение промпредприятий» Томского политехнического университета (ТПУ).

Темплан 2000

© Томский политехнический университет, 2000  
© Региональный Центр управления энергосбережением, 2000

# Оглавление

<b>Предисловие</b> .....	<b>5</b>
<b>Введение</b> .....	<b>7</b>
<b>Глава 1. Формирование нормативно-правовой базы энергосбережения</b> .....	<b>9</b>
1.1. Энергетическая политика России .....	9
1.2. Нормативно-правовая база энергосбережения .....	11
<b>Глава 2. Основы договорных отношений потребителей и энергоснабжающих организаций</b> .....	<b>17</b>
2.1. Договор на пользование электрической энергией .....	18
2.2. Взаимоотношения потребителей и энергоснабжающих организаций по обеспечению качества электрической энергии .....	23
<b>Глава 3. Теоретические основы энергосбережения</b> .....	<b>26</b>
<b>Глава 4. Стандартизация, сертификация и измерение электрической энергии</b> .30	
4.1. Стандарты на электрическую энергию.....	30
4.2. Измерение электрической энергии .....	33
4.3. Сертификация электрической энергии .....	35
<b>Глава 5. Энергетические обследования предприятий и организаций</b> .....	<b>37</b>
5.1. Общие положения.....	37
5.2. Документы, регламентирующие порядок проведения энергетических обследований .....	38
5.3. Требования к проведению энергетических обследований .....	39
5.4. Задачи обследований, схема их организации .....	40
5.5. Показатели энергоэффективности .....	42
5.6. Проведение энергетических обследований.....	43
5.7. Паспорт энергетического хозяйства предприятия .....	44
<b>Глава 6. Приборное и методическое обеспечение энергетических обследований</b> .....	<b>46</b>
6.1. Определение показателей энергоэффективности.....	46
6.2. Приборы для проведения энергетических обследований.....	48
6.3. Применение портативных ультразвуковых расходомеров .....	51
6.4. Стандартные процедуры применения УЗПР .....	55
<b>Глава 7. Учет и контроль потребляемых энергоресурсов</b> .....	<b>56</b>
7.1. Порядок введения учета потребляемой теплоэнергии.....	56
7.2. Уравнения для измерения тепловой энергии.....	57
7.3. Типы современных теплосчетчиков .....	60
7.4. Опыт разработки теплосчетчика в Томске на базе шарикового расходомера .....	61
<b>Глава 8. Формирование рынков энергии</b> .....	<b>63</b>
8.1. Особенности этапа возникновения рынков .....	63
8.2. Тарифы на электрическую и тепловую энергию .....	69

<b>Глава 9. Энергосбережение в системах освещения .....</b>	<b>80</b>
9.1. Нормирование .....	80
9.2. Краткий обзор нормативной базы стран Европы и США .....	81
9.3. Нормирование внутреннего освещения .....	83
9.4. Источники света.....	85
9.5. Пускорегулирующие аппараты .....	86
9.6. Осветительные приборы .....	87
9.7. Наружное освещение.....	88
<b>Глава 10. Энергосбережение в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве .....</b>	<b>90</b>
10.1. Объемы потребления тепловой энергии в зданиях .....	90
10.2. Тепловой баланс здания и его составляющие.....	92
10.3. Пути снижения потребления энергии зданиями .....	95
<b>Глава 11. Экономические и финансовые механизмы энергосбережения.....</b>	<b>99</b>
11.1. Энергетическая составляющая себестоимости продукции.....	99
11.2. Ценовое регулирование программ энергосбережения.....	103
11.3. Стимулирование потребителей и производителей энергетических ресурсов.....	106
11.4. Финансирование программ в области энергосбережения .....	107
11.5. Рыночные механизмы финансового обеспечения программ энергосбережения .....	109
<b>Глава 12. Основы энергетического менеджмента .....</b>	<b>111</b>
12.1. Необходимость управления потреблением энергии .....	111
12.2. Матрица энергетического менеджмента .....	111
12.4. Организация и стадии энергетического менеджмента .....	114
12.5. Маркетинг, инвестиции и мотивация персонала.....	117
<b>Глава 13. Экологические аспекты энергосбережения.....</b>	<b>120</b>
<b>Глава 14. О формировании энергосберегающего поведения.....</b>	<b>127</b>
<b>Литература .....</b>	<b>129</b>

## Предисловие

Россия располагает крупными запасами энергетических ресурсов. В нашей стране имеются все предпосылки для развития национального топливно-энергетического комплекса, базирующегося в течение обозримой перспективы на собственных энергетических ресурсах. Однако нельзя не отметить, что и нам приходится сталкиваться в данной области с новыми проблемами. Они связаны с возрастанием затрат на добычу топлива, необходимостью разработки новых, относительно более труднодоступных месторождений.

Произошедшие в России изменения экономических отношений потребовали изменения подхода к энергопроизводству и энергопотреблению. Век безрассудного, безоглядного владения дарами недр Земли ушел в прошлое. Сегодня энергосбережение является главным направлением энергетической политики России в новых экономических условиях.

Энергосберегающая политика предполагает широкое использование энергосберегающего оборудования, материалов и энергоэффективных технологий, вовлечение в хозяйственный оборот альтернативных, экологически чистых источников энергии, а также местных видов топлива.

Энергетические проблемы тесно связаны с экономическими, социальными, научно-техническими и экологическими проблемами. Это означает, что достичь в скором времени ощутимых результатов можно, лишь обеспечив подготовку инженерно-технических кадров, способных оказать заметное влияние на эффективность энергосберегающих мероприятий на промышленных предприятиях, в жилищно-коммунальном хозяйстве (ЖКХ), сельском хозяйстве, строительстве, на транспорте и т.д.

Учитывая актуальность проблемы энергосбережения, организационный, педагогический опыт, имеющийся в Томске, наличие сертифицированных специалистов, Учебно-методический Совет по специальности 100400 – «Энергоснабжение (по отраслям)» разрешил открыть специализацию «Энергосбережение в системах электроснабжения промышленных предприятий» при кафедре «Электроснабжение промышленных предприятий» Томского политехнического университета. Разработан учебный план подготовки дипломированных специалистов по данной специализации. Одной из специальных дисциплин учебного плана является дисциплина «Энергосбережение на промышленных предприятиях».

Учебное пособие по энергосбережению на промышленных предприятиях предназначено для студентов, обучающихся по специализации «Энергосбережение в системах электроснабжения промышленных

предприятий», выпускается впервые. В будущем авторы продолжат работу над совершенствованием пособия и будут благодарны за все замечания и предложения, которые позволят улучшить его, устранить возможные недостатки. Учебное пособие может быть использовано студентами других специальностей энергетического профиля, а также инженерно-техническими работниками Госэнергонадзора, центров энергоэффективности и энергетических служб предприятий.

Руководитель авторского коллектива и научный редактор - Заслуженный энергетик РФ, директор Регионального Центра управления энергосбережением, профессор М.И. Яворский.

Учебное пособие подготовлено:

- глава 1 – профессором М.И.Яворским и к.т.н., доцентами Томского политехнического университета А.И.Гаврилиным и В.В.Литваком;
- глава 2 – к.т.н., доцентами Томского политехнического университета Г.З.Маркманом и Н.Н.Харловым;
- главы 3 и 8 – В.В.Литваком;
- глава 4 – к.т.н., главным государственным инспектором Томскгосэнергонадзора Л.М.Шуфом;
- глава 5 – Г.З.Маркманом и к.т.н., доцентом Томского политехнического университета и С.А.Косяковым;
- глава 6 – С.А.Косяковым и государственным инспектором Томскгосэнергонадзора П.Г.Маркманом;
- глава 7 – С.А.Косяковым;
- глава 9 – д.т.н., профессором Томского политехнического университета А.Т.Овчаровым;
- глава 10 – к.т.н., доцентом Томского Государственного архитектурно-строительного университета П.Н.Семенюком;
- глава 11 – М.И.Яворским и А.И.Гаврилиным;
- глава 12 – д.т.н., профессором Томского политехнического университета Б.В.Лукутиным;
- глава 13 – д.т.н., профессором Томского политехнического университета В.Ф.Паниным;
- глава 14 – М.И.Яворским и к.ф.н., доцентом Томского политехнического университета Н.Н.Макаровой.

## Введение

При сохранении существующих тенденций общемировое потребление энергии, составляющее сегодня около 8 млрд. тонн нефтяного эквивалента (ТНЭ), за будущее столетие возрастет в 4-6 раз и достигнет 35-50 млрд. ТНЭ в год. При этом основной рост, как предполагается, придется на развивающиеся страны Азии, Африки и Латинской Америки. Именно здесь ожидается наибольший прирост населения и высокие темпы экономического развития. Пока же почти два миллиарда человек в этих странах не имеют доступа к электрической энергии и как бы «выключены» из экономики. А три миллиарда человек испытывают нехватку энергии. Поэтому быстрый рост энергопотребления, если он не будет заранее соответствующим образом спланирован, может вызвать здесь дестабилизирующие моменты, резко обострив противоречия. Что же касается источников энергии, то, по крайней мере, в первой половине XXI века никаких революций не ожидается. Как и сейчас, основными видами топлива, покрывающими большую часть прироста потребления энергии, останутся природный газ, нефть и уголь. При этом доля природного газа в мировом энергобалансе, составляющая сегодня около 23 %, в первой четверти грядущего века возрастет до 30 %.

Максимальный уровень добычи топливного сырья ожидается где-то между 2010-2020 годами. А мировая добыча природного газа достигнет пика ранее 2020 года.

Несколько особняком стоит уголь, являющимся наиболее распространенным из невозобновляемых ресурсов органического топлива. Его мировые ресурсы оцениваются примерно в 1000 млрд. тонн (по сравнению со 140 млрд. тонн нефти и 130 трлн. куб. метров природного газа). Именно обширность запасов сохранит за углем важную роль в мировой энергосистеме.

Уголь, нефть, природный газ, ядерное топливо, возобновляемые источники – все они будут вносить свой вклад в обеспечение человечества энергией. Доля же возобновляемых энергоисточников хотя и несколько возрастет, но не достигнет принципиальной количественной значимости в общемировом масштабе. Конкретная же структура потребления энергетических ресурсов будет сильно варьироваться от региона к региону и от страны к стране.

Какие бы сценарии развития энергетики в XXI веке ни рассматривались, Россия в них будет играть одну из ключевых ролей. Для этого есть все необходимые предпосылки. В частности, огромны наши природные богатства: на территории России сосредоточено около 45 % мировых запасов природного газа, 13 % нефти, 23 % угля и 14 % урана.

Крупным резервом углеводородного сырья в долгосрочной перспективе может стать шельф России, занимающий 20% от площади шельфа всего Мирового океана. Пока изученность российского шельфа на нефть и газ составляет 1-2 %. Правда, около 88 % ресурсов углеводородного сырья шельфа России сосредоточено в зоне арктических морей, что создает определенные трудности с его добычей. На долю дальневосточных и южных морей приходится соответственно лишь 11 и 1 %.

Россия - очень богатая страна. Но сумеем ли мы по-настоящему распорядиться этим богатством?

В условиях плановой экономики относительно низкий уровень внутренних цен на энергетическое сырье и продукты его переработки способствовал незаинтересованности населения и предприятий в обеспечении рационального использования и экономного расходования топлива и энергии.

В результате отпуща цен на энергоносители изменилось отношение к энергосбережению.

Указом Президента РФ № 472 от 07.05.95г. утверждены основные направления энергетической политики Российской Федерации на период до 2010 года. В числе главных приоритетов этой политики – повышение эффективности использования топливно-энергетических ресурсов и создание необходимых условий для перевода экономики страны на энергосберегающий путь развития. За счет активного энерго- и ресурсосбережения можно решить экономические, экологические, научно-технические и социальные проблемы нашей страны.

Разрушить психологию энергорасточительства, отказаться от традиционного отношения к энергии как к вечно доступной, неисчерпаемой, дешевой – означает осуществить переход нашего общества к новому качеству – жить по тем реальным средствам, которыми мы располагаем сегодня.

Энергосбережение – это не дань моде. Это необходимые условия выживания в переходный период. Это путь в завтрашний день.

# Глава 1. Формирование нормативно-правовой базы энергосбережения

## 1.1. Энергетическая политика России

Основные направления энергетической политики разработаны Правительством РФ и утверждены Указом Президента РФ № 472 от 07.05.95. В соответствии с этим Указом, для устойчивого обеспечения Российской Федерации энергоносителями, создания условий стабильного и эффективного развития топливно-энергетического комплекса, проведения согласованной энергетической политики на федеральном и региональном уровнях, повышения эффективности добычи (производство), преобразования, транспортировки, распределения и использования топливно-энергетических ресурсов Правительству РФ поручено разработать и утвердить в установленном порядке Федеральную целевую программу «Топливо и энергия».

Приоритеты энергетической политики РФ:

- устойчивое обеспечение страны энергоносителями;
- повышение эффективности использования топливно-энергетических ресурсов и создание необходимых условий для перевода экономики на энергосберегающий путь развития;
- создание надежной сырьевой базы и обеспечение устойчивого развития топливно-энергетического комплекса в условиях формирования рыночных отношений;
- уменьшение негативного воздействия энергетики на окружающую природную среду;
- поддержание экспортного потенциала топливно-энергетического комплекса и расширение экспорта его продукции;
- сохранение энергетической независимости и обеспечение безопасности Российской Федерации.

Главной целью энергетической политики России является определение путей и формирование условий наиболее эффективного использования энергетических ресурсов и производственного потенциала топливно-энергетического комплекса (ТЭК) для подъема благосостояния граждан и социально-экономического возрождения страны. Главной задачей энергетической политики на этапе до 2010 года является структурная перестройка отраслей топливно-энергетического комплекса, предусматривающая:

- увеличение доли природного газа в суммарном производстве энергетических ресурсов и расширение его использования в экологически неблагоприятных промышленных центрах и для газификации села;

- дальнейшее развитие электрификации, в том числе за счет экономически и экологически обоснованного использования атомных и гидроэлектростанций, нетрадиционных возобновляемых источников энергии;
- стабилизацию добычи нефти в Западной Сибири и других регионах, создание условий для формирования новых нефтегазодобывающих регионов;
- увеличение производства высококачественных светлых нефтепродуктов за счет повышения эффективности переработки нефти;
- обеспечение необходимых объемов добычи угля с учетом экономических, социальных и экологических факторов, дальнейшее развитие углеобогащения и комплексной переработки угля с целью получения экологически приемлемых и конкурентоспособных продуктов, в том числе высококачественного бытового топлива;
- расширение использования местных топливно-энергетических ресурсов, включая нетрадиционные возобновляемые источники энергии;
- реализацию потенциала энергосбережения за счет создания и внедрения высокоэффективного топливно- и энергопотребляющего оборудования, теплоизоляционных материалов и строительных конструкций.

Энергетическая стратегия России фокусирует внимание не на определении параметров процесса развития ТЭК, а на формирование среды и условий, при которых этот процесс развивался бы в нужном направлении. В связи с этим количественные оценки имеют здесь прогнозный характер.

Новая региональная энергетическая политика сочетает естественное стремление регионов к самоуправлению и самообеспечению конечными энергоносителями с сохранением единства ТЭК России как важнейшего фактора хозяйственной и политической интеграции страны.

Интересы регионов будут удовлетворяться путем расширения их доли собственности в основных фондах энергетических объектов федерального значения и прав в экономическом управлении этими объектами при сохранении единства технологического управления.

Региональная энергетическая политика будет учитывать принципиальные различия условий энергоснабжения и структуры топливно-энергетического баланса различных зон страны – северные, южные, центральные районы европейской части России, Урал, Сибирь, Дальний Восток и районы Крайнего Севера.

Главным средством достижения целей и реализации приоритетов энергетической стратегии является формирование энергетического рынка, контролируемого государством с помощью:

- ценовой и налоговой политики, обеспечивающей постепенный переход к ценам на топливо, соответствующим в качестве верхнего пре-

дела ценам мирового рынка, а нижнего - ценам самофинансирования предприятия;

- последовательного формирования конкурентной среды в энергетике путем создания полноценных хозяйственных субъектов рынка и рыночной инфраструктуры;

- совершенствования законодательства и разработки системы нормативных актов в виде Энергетического кодекса РФ, регулирующего взаимоотношения субъектов энергетического рынка между собой и с органами государственного управления.

В рамках контролируемого рынка должны обеспечиваться:

- создание стимулов для энергосбережения и повышения эффективности производства и использования энергии;

- проведение активной инвестиционной политики путем создания условий для самофинансирования топливно-энергетических предприятий и расширения круга инвесторов, для минимизации бюджетных вложений;

- либерализация экспорта энергоресурсов и импорта энергетического оборудования при сохранении государственного контроля за соблюдением интересов страны.

## **1.2. Нормативно-правовая база энергосбережения**

Важной, если не решающей, составляющей комплекса антикризисных мер, которые осуществляются сегодня, и будут осуществляться в ближайшее время, является энергосберегающая политика. Работа в этом направлении ведется особенно интенсивно в последние несколько лет, и она будет вестись все возрастающими темпами, так как энерго- и ресурсосбережению альтернативы нет.

Энергосбережение – начальный этап структурной перестройки всех отраслей хозяйства страны. Необходимо создать такие условия, которые бы определяли интерес к энергосбережению всех участников процесса – органов власти, энергоснабжающих организаций, потребителей, финансовых структур и т.д.

Для этого требуется нормативно-законодательная основа деятельности, которая имеет следующий иерархический вид:

- Конституция Российской Федерации;
- Гражданский Кодекс Российской Федерации и Кодекс РСФСР об административных правонарушениях;
- Федеральные законы, принимаемые Государственной Думой РФ;
- указы Президента РФ;
- постановления и решения Правительства РФ;

- региональные законы и постановления (решения) администрации регионов;
- постановления и решения муниципальных образований;
- приказы и распоряжения руководителей предприятий и организаций всех форм собственности.

Конституция Российской Федерации, принятая 12 декабря 1993 года, разделила полномочия между федеральными и иными органами власти. К местному самоуправлению относится ведение, использование и распоряжение муниципальной собственностью, право устанавливать местные налоги и сборы.

В соответствии со ст. 73 и 76, вне пределов ведения Российской Федерации и полномочий Российской Федерации по предметам совместного ведения Российской Федерации и субъектов Российской Федерации, субъекты Российской Федерации обладают всей полнотой государственной власти, включая правовое регулирование, принятие законов и иных нормативных актов. Важно, чтобы все эти акты не противоречили федеральным законам. Это обстоятельство отдает вопросы регулирования в области электроэнергетики на уровне АО-энерго и ниже в ведение субъектов Федерации.

Гражданский Кодекс Российской Федерации (§6. Энергоснабжение, ст. 539-548) рассматривает правила заключения договора энергоснабжения, в том числе с населением, правила изменения и расторжение такого договора; методы учета качества поданной потребителю энергии; необходимость поддержания стандартов качества электрической энергии; обязанности покупателя по содержанию эксплуатации сетей, приборов и оборудования; ответственность по договору энергоснабжения. Впервые в Гражданском кодексе РФ косвенно отражена реальная экономическая ответственность энергоснабжающей организации за ущерб, нанесенный потребителю в результате перерывов в энергоснабжении.

Кодекс РСФСР об административных правонарушениях (ст. 90) устанавливает ответственность руководителей предприятий, учреждений, организаций за расточительное расходование электрической и тепловой энергии.

В настоящее время на федеральном уровне приняты два закона:

- Федеральный Закон «О государственном регулировании тарифов на электрическую и тепловую энергию в Российской Федерации» от 14.04.95г. №41-ФЗ;
- Федеральный Закон «Об энергосбережении» от 03.04.96г. №28-ФЗ.

Федеральный Закон «О государственном регулировании тарифов на электрическую и тепловую энергию в Российской Федерации» определил:

- сущность государственного регулирования тарифов (государственное установление тарифов на электрическую и тепловую энергию для всех поставщиков независимо от их организационно-правовых форм);

- цели государственного регулирования тарифов, в т.ч. защиту потребителей, согласование интересов поставщиков и их потребителей энергии, стимулирование энергосбережения, обеспечение права выхода на оптовый рынок всем производителям электрической энергии, усиление конкурентных начал в электроэнергетике;

- принципы государственного регулирования тарифов, в том числе экономическую обоснованность затрат и прибыли поставщиков энергии, открытость экономической информации в области производстве и транспорта энергии, создание условий для привлечения отечественных и иностранных инвестиций;

- полномочия Правительства России и органов исполнительной власти субъектов федерации в области регулирования тарифов (за федеральными органами закрепляется нормативно-методическая база деятельности органов, регулирующих тарифы, регулирование тарифов на оптовом рынке, а за региональными органами – регулирование тарифов на розничном рынке, т.е. непосредственно для потребителей).

В Законе в качестве его целей провозглашены:

- создание механизма соблюдения интересов производителей и потребителей электрической и тепловой энергии;

- создание экономических стимулов, обеспечивающих использование энергосберегающих технологий в производственных процессах.

Кроме того, в Законе о регулировании тарифов прописана нормативно-методическая основа деятельности органов государственного регулирования; вопросы формирования федерально-энергетической комиссии (ФЭК) и регионально-энергетической комиссии (РЭК); правовой статус ФЭК как самостоятельного юридического лица; полномочия ФЭК и РЭК; порядок разрешения разногласий и споров, возникающих при государственном регулировании тарифов и др.

Вместе с тем в Законе ничего не сказано о дифференцированных тарифах, которые являются мощным рычагом энергосбережения, и ничего нет об учете в тарифах принципов и результатов использования тарифной политики для энергосбережения.

Федеральный закон «Об энергосбережении» провозглашает основные принципы энергосберегающей политики государства, рыночно-ориентированные механизмы ее осуществления: экономические и финансовые механизмы энергосбережения, стандартизацию и сертифика-

цию оборудования, требования к энергетическим обследованиям и к учету потребляемых энергоресурсов, а также льготы, связанные с осуществлением энергосберегающих мероприятий. К сожалению, Закон «Об энергосбережении» носит в основном декларативный характер. Он не имеет прямого действия.

В Указе Президента РФ «О необходимых мерах по государственному регулированию естественных монополий в Российской Федерации» № 220 от 28.02.95г. устанавливается необходимость образования федеральных органов исполнительной власти по регулированию естественных монополий, в том числе - в сфере производства и передачи тепловой энергии. Здесь дается поручение Правительству представить предложения о создании Федеральной службы по регулированию естественных монополий в топливно-энергетическом комплексе.

7 мая 1995 года Президент РФ своим Указом № 472 утвердил «Основные направления энергетической политики Российской Федерации на период до 2010 года». В этом Указе Правительству РФ было поручено одобрить «Энергетическую стратегию России (основные положения)», а также разработать и утвердить федеральную целевую программу «Топливо и энергия» на 1996-2000 годы, предусмотрев в ней меры по структурной перестройке ТЭК в целях обеспечения надежного и эффективного энергоснабжения страны, развитию сырьевой базы ТЭК РФ; реализации энергосберегающей политики, обеспечению энергетической независимости и безопасности РФ, поддержанию ее экспортного энергетического потенциала.

Указом Президента РФ «О федеральной энергетической комиссии Российской Федерации» от 29.11.95г. № 1194 установлен новый статус ФЭК. Ей предоставлен ряд прав, которыми располагает Минтопэнерго России, в том числе: участие в разработке и проведении энергетической политики Правительства, формирование и утверждение балансов мощности и энергии по регионам России, разработка экономических стимулов, обеспечивающих использование энергосберегающих технологий.

За последние 3-4 года вышел ряд постановлений Правительства России, связанных с электроэнергетикой и энергосбережением. Далее – краткие комментарии по наиболее интересные из них.

Постановление Правительства РФ «О неотложных мерах по энергосбережению» от 02.11.95г. № 1087. К сожалению, это постановление во многом носит декларативный характер. Однако в нем предусмотрены и некоторые конкретные организационные меры, в том числе:

– пересмотреть и утвердить в первом полугодии правила учета электрической и тепловой энергии, в эти же сроки утвердить положение о регулярном проведении энергетических обследований предприятий, которые используют энергетические ресурсы в объеме более 6 тыс. т. у.т. в год;

– создать в 1995-1996 г.г. банк данных о новейших, в том числе поквартальных конверсионных разработках, повышающих эффективность использования энергоресурсов;

– при разработке и пересмотре государственных стандартов включить в них показатели эффективности использования, соответствующие мировому уровню.

Ответственность за политику в области энергосбережения этим Постановлением возложена на Минтопэнерго России;

Постановление Правительства РФ «О государственной поддержке создания в Российской Федерации энергоэффективных демонстрационных зон» от 02.10.95г. № 998. Постановление достаточно конкретно, хотя и не свободно от некоторых недостатков.

Постановление Правительства РФ «О федеральном (общероссийском) оптовом рынке электрической энергии (мощности) от 12.07.96г. № 793. Постановлением утверждены основные принципы функционирования и развития федерального (общероссийского) оптового рынка электрической энергии (мощности). Они определяют методические, организационные и правовые вопросы работы рынка, порядок взаимоотношений его субъектов в период становления конкретного рынка электрической энергии. Основные положения этого документа предназначены для органов исполнительной власти и коммерческих организаций, деятельность которых связана с функционированием и развитием федерального (общероссийского) оптового рынка электрической энергии (мощности).

Постановление Правительства РФ «Об основах ценообразования и порядке государственного регулирования и применения тарифов на электрическую и тепловую энергию» от 04.02.97г. № 121. Этот законодательный акт точно определил субъектов оптового и розничного рынка и их обязанности:

Следует отметить, что в России отсутствует опыт нормативно-творческой деятельности для условий формирования рыночных отношений. В то же время за рубежом накоплен огромный опыт принятия законов и нормативных актов в области энергосбережения, прежде всего в США и Германии. С опытом последних Томские эксперты и представители властных структур познакомились благодаря сотрудничеству с Проектом TACIS «Восточные энергетические центры», который осуществляет консультативно-техническую помощь России.

<p><b>Оптовый рынок</b> Избыточные и дефицитные АО-ЭНЕРГО.</p>	<p>Продажа и покупка РАО «ЕЭС России» мощности и энергии сначала по одноставочным, а затем по двухставочным тарифам.</p>
<p>ГРЭС мощностью свыше 1 млн. кВт, ГРЭС мощностью более 300 тыс. кВт, АЭС, независимые производители.</p>	<p>Покупка РАО «ЕЭС России» мощности и энергии сначала по одноставочным, а затем и по двухставочным тарифам (в дальнейшем на конкурентной основе).</p>
<p>Крупные потребители энергии, выводимые специальным решением ФЭК с согласия АО-энерго на оптовый рынок.</p>	<p>Продажа РАО «ЕЭС России» мощности и энергии по двухставочным тарифам.</p>
<p><b>Розничный рынок</b> АО-энерго.</p> <p>Независимые производители.</p> <p>Собственные потребители на территории, обслуживаемой АО-энерго, за исключением выведенных на оптовый рынок.</p>	<p>Покупка и продажа энергии на оптовом рынке.</p> <p>Продажа энергии собственными потребителями по розничным тарифам.</p> <p>Продажа энергии АО-энерго по конкурентным тарифам, но не выше замыкающих (маржинальных) затрат. Покупка мощности и энергии по розничным тарифам.</p>

Для реализации энергосберегающей политики в регионах создается региональная нормативно-правовая база по энергосбережению.

Государственной Думой Томской области принят пакет документов нормативно-правовой базы по энергосбережению, в том числе Закон Томской области «Об основах энергосбережения на территории Томской области» от 28.01.97г. № 400 и Закон Томской области «Об обеспечении электрической и тепловой энергией потребителей Томской области» от 02.07.98г. № 03.

Принят пакет документов и Администрацией Томской области. Некоторые нормативные акты находятся в процессе рассмотрения или разработки.

По линии Проекта ТАСИС была проведена экспертиза пакета документов нормативно-правовой базы по энергосбережению, принятых и находящихся на рассмотрении как законодательной, так и исполнительной власти. Экспертиза проведена компанией «Inno Tec» (г. Берлин, Германия), эксперт М. Бреге (M. Broge). По мнению эксперта, нормативно-правовая база по энергосбережению Томской области является одной из лучших в России. Замечания и предложения М. Бреге будут использованы для изменения и дополнения уже принятых документов, а также для доработки рассматриваемых. Совместно разработана нормативно-правовая база энергосбережения для муниципальных образова-

ний. По результатам совместной работы подготовлена «Корректировка нормативно-правовой базы энергосбережения Томской области на региональном и муниципальном уровнях с учетом экспертизы Проекта TACIS «Восточные энергетические центры», которая по линии Проекта TACIS будет передана в Минтопэнерго России для дальнейшего использования в регионах России.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Каковы главные цели новой энергетической политики России?
2. Что означает необходимость структурной перестройки топливно-энергетического комплекса?
3. Чем отличается рамочный закон от закона прямого действия?
4. Что такое оптовый и розничный рынки энергии?
5. С какой целью принимаются региональные законы об энергосбережении при наличии Федерального закона?

## **Глава 2. Основы договорных отношений потребителей и энергоснабжающих организаций**

Одним из основных документов, регламентирующих взаимоотношения потребителей и энергоснабжающих организаций, является договор на пользование электрической энергией. Данный договор является типовым для организаций различных форм собственности и приведен в Правилах пользования электрической и тепловой энергией. Кроме указанного документа, при формировании договора на пользование электрической энергией используются также следующие нормативно-правовые документы:

- «Правила применения скидок и надбавок к тарифам на электрическую энергию за потребление и генерацию реактивной энергии» от 08.02.94г. №42 - 6/2 В;
- «Инструкция о порядке расчетов за электрическую и тепловую энергию» (Рег. № 449 от 28.12.93г. Минюста России);
- ГОСТ 13109-97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения;
- «Инструкция Главгосэнергонадзора для определения потерь электроэнергии в силовых трансформаторах и ЛЭП» от 06.04.70г.;
- Инструкция Минтопэнерго РФ «Об изменении договорного объема электрической мощности» от 18.05.94г. № КЮ-2874.

Кроме этого, могут быть использованы другие документы, определяющие льготы, штрафные санкции и прочее при расчетах за электрическую энергию. Рассмотрим подробнее некоторые из этих документов.

## 2.1. Договор на пользование электрической энергией

Договор на пользование электрической энергией (далее – ДПЭ) помимо положений о разграничении ответственности и обязательств сторон содержит ряд разделов, вынесенных в приложения к договору:

- акт разграничения балансовой принадлежности электрических сетей и эксплуатационной ответственности сторон;
- величина отпуска электрической энергии с помесечной разбивкой;
- экономические значения потребления реактивной энергии;
- величина заявленной активной мощности предприятия, участвующей в максимуме нагрузки энергосистемы (для двухставочных потребителей);
- нормы потерь в питающих линиях и силовых трансформаторах для случаев, когда места установки счетчиков коммерческого учета электроэнергии не совпадают с границей раздела балансовой принадлежности.

ДПЭ заключается на очередной календарный год по 31 декабря, вступает в силу со дня его подписания и считается ежегодно продленным, если не менее чем за месяц до окончания срока его действия не последует заявление одной из сторон об отказе от настоящего договора или его пересмотре.

Условия договора могут быть изменены в случае выхода новых нормативно-правовых документов, регламентирующих взаимоотношения потребителей и электроснабжающих организаций. С инициативой о пересмотре договора должна выступать заинтересованная сторона.

В ДПЭ могут быть указаны тарифы на электрическую энергию, утвержденные Региональной энергетической комиссией, для различных категорий потребителей основного абонента: промышленные, непромышленные, население, субабоненты, обобществленный сектор, уличное освещение и пр.

Все величины и нормативы, включенные в договор, должны быть экономически и юридически обоснованы с учетом конкретных условий работы потребителей и электроснабжающих организаций. Несоблюдение нормативно-правовых требований может приводить к существенному перерасходованию финансовых средств за потребленные энергоресурсы.

Далее рассматриваются основные положения типовой формы договора с энергоснабжающей организацией, на которые следует обращать внимание каждому потребителю. Это позволит ему быть уверенным, что размер оплаты потребляемой им энергии соответствует условиям и качеству электроснабжения.

### **Обоснование заявленного максимума активной мощности**

Величина заявленной активной мощности в часы максимума энергосистемы для двухставочных потребителей принимается для каждого квартала (или месяца) с учетом обоснованных потребностей самого предприятия. Оплата заявленной мощности производится до начала или в первых числах расчетного периода. В случае превышения потребителем в часы максимума нагрузки энергосистемы договорной величины заявленной мощности применяются штрафные санкции к потребителю в установленном законодательством порядке. Если фактическая нагрузка потребителя будет ниже договорной, то оплачивается величина активной мощности, указанная в договоре. При этом деньги за переплату заявленной мощности потребителю не возвращаются.

Значительное количество современных предприятий содержит в своей структуре электропотребления, помимо затрат электроэнергии на основное производство (как правило, это двухставочные потребители), расход электроэнергии на непромышленные нужды (столовые, магазины, спортивные сооружения, соцкультбыт и пр.), а также для электрообеспечения субабонентов и арендаторов. Это в основном одноставочные потребители. Одноставочные потребители должны оснащаться приборами учета активной и реактивной энергии и фигурировать в приложении к ДПЭ с указанием величины активной мощности, потребляемой ими в часы максимума нагрузки энергосистемы. Суммарная величина активной мощности одноставочных потребителей, участвующая в заявленном максимуме нагрузки основного абонента электроснабжающей организации, должна исключаться из оплаты по основной ставке тарифа (за мощность). В случае отсутствия в ДПЭ списка одноставочных потребителей основного абонента плата за заявленную активную мощность будет завышенной.

Проведенные проверки ДПЭ ряда предприятий показали существенные недостатки в данном вопросе, что приводит к значительному перерасходу финансовым средствам.

### **Обоснование экономического значения реактивной мощности**

Согласно «Инструкции о порядке расчетов за электрическую и тепловую энергию», за потребление реактивной энергии взимаются надбавки в виде платы за 1 кВАрч в размере 8 % от тарифа на активную электроэнергию. Надбавки за реактивную энергию взимаются в случае превышения экономических значений, установленных в договоре с электроснабжающей организацией. За потребление реактивной энергии в диапазоне от нулевого до экономического значений надбавки не предусматриваются.

Величина реактивной энергии, предъявляемой к оплате, определяется по формуле

$$W_{p.пл} = W_{p.ф} - (W_{p.э} + W_{p.с.А}), \quad (2.1)$$

где  $W_{p.ф}$  - фактическое значение реактивной энергии, потребленное за расчетный период;

$W_{p.э}$  – экономическое значение реактивной энергии;

$W_{p.с.А}$  - значение реактивной энергии, потребленное субабонентами, которые освобождены от платы за реактивную энергию.

Согласно данной инструкции, освобождаются от платы за реактивную энергию население и потребители с ежемесячным потреблением активной энергии не более 30 000 кВтч.

Основой при расчете экономических значений реактивной энергии является экономическое значение коэффициента реактивной мощности  $tg\varphi_э$ . Нормативное значение  $tg\varphi_э$  для шин 6-10 кВ подстанций 35-750 кВ и шин любого вторичного напряжения трансформаторов определяется по формуле

$$tg\varphi_{э.н.} = \frac{tg\varphi_б}{K(0,4d_{max} + 0,6)}, \quad (2.2)$$

где  $tg\varphi_б$  – базовый коэффициент реактивной мощности, принимаемый равным 0,4; 0,5; 0,6 для сетей 6-10 кВ, присоединенных к шинам подстанций с высшим напряжением соответственно 35, 110 и 220 кВ и выше, для шин генераторного напряжения  $tg\varphi_б = 0,6$ ;

$d_{max}$  – отношение потребления активной энергии потребителем в квартале максимальной нагрузки системы к потреблению в квартале его максимальной нагрузки;

$k$  – коэффициент, учитывающий отличие стоимостей электроэнергии в различных энергосистемах (по данным таблицы настоящей инструкции для Томскэнерго  $K=1$ ).

Если значение  $tg\varphi_{э.н.}$ , рассчитанное по формуле (2.2), больше 0,7, его принимают равным 0,7.

Если потребитель питается от шин 6-10 кВ, получающих питание от трансформаторов с различными высшими напряжениями, нормативный коэффициент определяется по формуле

$$tg\varphi_{э.н.} = \sum_{j=1}^n tg\varphi_{э.н.j} d_j, \quad (2.3)$$

где  $tg\varphi_{э.н.j}$  – коэффициент, определяемый по формуле (2.2) и относящийся к  $j$ -му напряжению;

$d_j$  - доля номинальной мощности трансформаторов  $j$ -го напряжения в суммарной номинальной мощности трансформаторов ( $\sum d_j = 1$ ).

Проведенная экспертиза ДПЭ на многих предприятиях показала, что величины экономических значений реактивной энергии занижены примерно в 3 - 4 раза по сравнению с нормативными, что приводит к существенному повышению платы за реактивную энергию. Кроме этого,

как правило, не учитывается реактивная энергия, потребляемая одноставочными потребителями и населением, которые должны освободиться от ее оплаты.

### **Нормирование потерь электрической энергии**

Как уже было отмечено, для потребителей, у которых граница раздела балансовой принадлежности не совпадает с местом установки приборов коммерческого учета электроэнергии, предусмотрено нормирование потерь электроэнергии в питающих линиях и силовых трансформаторах, находящихся на балансе потребителя. Для нормирования потерь в этих случаях существует «Инструкция для определения потерь электроэнергии в силовых трансформаторах и в ЛЭП», утвержденная Главгосэнергонадзором 06.04.70.

Согласно данной инструкции, в случае установки расчетного счетчика электроэнергии на стороне вторичного напряжения абонентского трансформатора, т.е. когда электросчетчик не учитывает потери электроэнергии в абонентском трансформаторе, устанавливаются нормы потерь. Для некоторых типов нормативные данные приведены в табл. 2.1.

Для двухобмоточных трансформаторов мощностью ниже 1000 кВА потери электроэнергии принимаются такие же, как для трансформаторов мощностью 1000 кВА.

Для трансформаторов мощностью выше 80 000 кВА потери электроэнергии принимаются такие же, как для трансформаторов мощностью 80 000 кВА.

Если напряжение обмотки высшего напряжения трансформаторов ниже 35 кВ, потери электроэнергии принимаются такие же, как для трансформаторов напряжением 35 кВ.

Если напряжение обмотки высшего напряжения трансформатора выше 110 кВ, потери электроэнергии принимаются такие же, как для трансформаторов напряжением 110 кВ.

Для трехобмоточных трансформаторов потери электроэнергии принимаются такие же, как для двухобмоточных трансформаторов той же мощности с применением коэффициента 1,5.

Потери электроэнергии в питающих воздушных или кабельных линиях согласно данной инструкции определяются следующим образом.

Для расчета потерь в линиях необходимы следующие данные:

- длина линии  $L$  (км);
- активное погонное сопротивление линии  $R_o$  (Ом / км);
- реактивное погонное сопротивление линии  $X_o$  (Ом / км);
- активная энергия, переданная по линии  $\mathcal{E}_a$  (кВтч);
- реактивная энергия, переданная по линии  $\mathcal{E}_p$  (кВАрч);
- число часов работы линии за расчетный период  $T_n$  (час).

Активная энергия  $\mathcal{E}_a$  и реактивная энергия  $\mathcal{E}_p$  принимаются по расчетным счетчикам.

Средний ток линии  $I_{cp}$  определяется по формуле:

$$I_{cp} = \frac{\sqrt{\mathcal{E}_a^2 + \mathcal{E}_p^2}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot T_n}, \quad (2.4)$$

где  $U_n$  - номинальное напряжение сети.

Потери энергии во всех трех фазах линии определяются следующим образом:

- потери активной энергии

$$\Delta \mathcal{E}_a = 3 I_{cp}^2 \cdot R_o \cdot L \cdot T_n \cdot 10^{-3} \text{ (кВтч)}, \quad (2.5)$$

- потери реактивной энергии

$$\Delta \mathcal{E}_p = 3 I_{cp}^2 \cdot X_o L \cdot T_n \cdot 10^{-3} \text{ (кВАрч)}. \quad (2.6)$$

Проведенная проверка ряда ДПЭ показала, что для некоторых потребителей потери электроэнергии в силовых трансформаторах завышены в среднем в 2-4 раза, а в питающих линиях завышены в 10-50 раз.

Таблица 2.1

Напряже- ние обмотки ВН, Кв	Номиналь- ная мощ- ность трансфор- матора, Ква	Потери электроэнергии, %					
		Работа предпри- ятия в одну смену		Работа предпри- ятия в две смены		Работа предприятия в три смены	
		$\cos\varphi > 9$	$\cos\varphi \leq 9$	$\cos\varphi > 9$	$\cos\varphi \leq 9$	$\cos\varphi > 9$	$\cos\varphi \leq 9$
35	1000	4,1	5,1	2,8	3,4	2,0	2,4
	1600	3,9	4,9	2,	3,3	1,9	2,3
	1800	3,7	4,6	2,5	3,1	1,8	2,1
	2500	3,2	4,1	2,4	2,7	1,6	1,9
	3200	2,9	3,6	2,0	2,4	1,4	1,7
	4000	2,8	3,5	1,9	2,4	1,3	1,7
	5600	2,7	3,3	1,89	2,3	1,3	1,6
	6300	2,7	3,3	1,8	2,3	1,3	1,6
110	7500	2,6	3,2	1,7	2,2	1,2	1,5
	5600	3,6	4,4	2,4	3,0	1,7	2,0
	6300	3,6	4,3	2,4	3,0	1,7	2,0
	7500	3,5	4,2	2,3	2,8	1,6	1,9
	10000	3,0	3,7	2,0	2,5	1,4	1,7
	15000	2,7	3,3	1,8	2,2	1,3	1,7
	16000	2,7	3,2	1,7	2,1	1,2	1,5
	20000	2,4	2,9	1,6	2,0	1,1	1,4
	25000	2,3	2,8	1,5	1,9	1,1	1,3

## **2.2. Взаимоотношения потребителей и энергоснабжающих организаций по обеспечению качества электрической энергии**

Показатели качества электрической энергии (ПКЭ) в системах электроснабжения организаций регламентируются ГОСТ 13109-97 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения». Нормы, устанавливаемые данным стандартом, подлежат включению в технические условия на присоединение потребителей электрической энергии и в договоры на пользование электрической энергией. При этом для обеспечения норм стандарта допускается устанавливать в технических условиях на присоединение потребителей, являющихся виновниками ухудшения ПКЭ, и в договорах на пользование электрической энергией с такими потребителями более жесткие нормы (с меньшим диапазоном изменения, соответствующих ПКЭ), чем установлены в настоящем стандарте.

Согласно «Инструкции о порядке расчетов за электрическую и тепловую энергию» № 449 от 28.12.93г. за нарушение требований ГОСТ на качество электрической энергии предусматриваются экономические санкции в виде скидок (при нарушении ПКЭ по вине электроснабжающей организации) или надбавок (при нарушении ПКЭ по вине потребителя) к тарифу на электрическую энергию.

Скидки с тарифа применяются при отпуске потребителю электрической энергии пониженного качества по отклонениям напряжения и частоты, по коэффициентам несинусоидальности, обратной и нулевой последовательности, размаху изменения напряжения к дозе фликера.

Надбавки к тарифу применяются при снижении по вине потребителя качества электроэнергии по показателям: коэффициентам несинусоидальности, обратной и нулевой последовательности, размаху изменения напряжения к дозе фликера.

Сторона, виновная в снижении качества электроэнергии на границе раздела балансовой принадлежности потребителя и электроснабжающей организации, определяется Правилами применения скидок и надбавок к тарифам за качество электроэнергии, утвержденными Главгосэнергонадзором России.

Скидка (надбавка) к тарифу по каждому ПКЭ определяется по табл. 2.2, где  $T_1$  - относительное время превышения нормального допустимого значения ПКЭ по ГОСТ 13109-97 в процентах;  $T_2$  - относительное время превышения максимального допустимого значения ПКЭ, установленного ГОСТ 13109-97, в процентах. Значение  $T_1$  и  $T_2$ , полученные при измерениях, округляются до целых значений процента.

Суммарная скидка (надбавка) определяется алгебраической суммой скидок или надбавок, исчисленных по каждому ПКЭ.

Таблица 2.2

Т <sub>1</sub> (%)	Т <sub>2</sub> (%)						
	0	1	2	3	4	5	более 5
До 5	0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	10,0
6	0,2	1,2	2,2	3,2	4,2	5,2	10,0
7	0,4	1,4	2,4	3,4	4,4	5,4	10,0
8	0,6	1,6	2,6	3,6	4,6	5,6	10,0
9	0,8	1,8	2,8	3,8	4,8	5,8	10,0
10	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	10,0
11-12	1,3	2,3	3,3	4,3	5,3	6,3	10,0
21-25	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
26-30	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	10,0
31-35	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	10,0	10,0
36-40	7,0	8,0	9,0	10,0	10,0	10,0	10,0
41-45	8,0	9,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,8
46-50	9,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Более 50	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0

Оплата по тарифу со скидкой (надбавкой) за качество электроэнергии производится за весь объем электроэнергии, отпущенной (потребленной) в расчетный период.

Состав ПКЭ, включаемых в договора на пользование электрической энергией, определяет Региональная энергетическая комиссия. Спорные вопросы между поставщиком и потребителем решает Региональная энергетическая комиссия или Арбитражный суд. Процедура введения скидок (надбавок) иницируется территориальным управлением Госэнергонадзора по требованию поставщика или потребителя.

Установление скидок (надбавок) за качество электрической энергии осуществляется по схеме, изображенной на рис. 2.1.

Для производство измерений ПКЭ и значений Т<sub>1</sub> и Т<sub>2</sub> могут привлекаться независимые компетентные организации, имеющие лицензию Минтопэнерго России на выполнение измерений и прошедшие аккредитацию в ТУ Госэнергонадзора.

### Вопросы для самопроверки

1. Какие нормативно-правовые документы необходимо использовать при заключении договора на пользование электрической энергией?
2. В каких случаях могут быть пересмотрены условия договора на пользование электрической энергией?
3. В каком случае осуществляется продление договора на пользование электрической энергией? Какие негативные последствия могут возникнуть в данном случае?

4. Что лежит в основе для обоснования величины заявленной активной мощности для часов максимума энергосистемы?
5. Как определяется величина экономического значения реактивной энергии?



Рис. 2.1. К обсуждению порядка установления скидок и надбавок на качество электрической энергии

### Глава 3. Теоретические основы энергосбережения

Конечное потребление энергии человеком, обществом или промышленным производством (тепло, свет, электричество, звук, движение и т.п.) всегда соответствовало уровню развития цивилизации. При этом добыча и производство энергоресурсов существенно, в несколько раз, превышает конечное потребление энергии. Это объясняется не столько недостатками существующих энергетических технологий, сколько фундаментальными ограничениями, связанными с самой природой процессов преобразования энергии. Основные стадии преобразования энергии органического топлива в электроэнергию следующие. Химическая энергия топлива в процессе горения преобразуется во внутреннюю энергию водяного пара, затем в процессе расширения пара его внутренняя энергия преобразуется в механическую энергию вращения ротора турбогенератора. Далее полученная в турбогенераторе электрическая энергия после трансформации и передачи по сетям будет потреблена у потребителя.

Такие стадии присутствуют во многих типах энергетических установок. Закономерности преобразования энергии являются предметом термодинамики. Эта область науки сложилась еще в XIX веке. Но основные ее законы составляют фундаментальные основы современных научных знаний. Для количественного сравнения различных способов преобразования энергии простейшим критерием служит коэффициент полезного действия ( $\eta$ ), рассчитанной по формуле

$$\eta = \frac{W}{E} 100\%,$$

где  $W$  - совершаемая полезная работа;

$E$  - затрачиваемая энергия.

Коэффициент полезного действия действующих энергетических установок отличается весьма значительно. Так КПД тепловой конденсационной электростанции (КЭС) составляет около 40 %, теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) - 60 %, а дизельной электростанции ДЭС – 20 %.

Простейшей моделью энергетической установки может служить схема, представленная на рис. 3.1.

В такой простейшей системе совершаются три основных процесса над рабочим телом: испарение, расширение, конденсация.

Стрелки, связывающие эти три процесса, показывают направление движения рабочего тела. Подводимая к системе энергия в виде сжигаемого топлива расходуется на испарение рабочего тела (воды). В точке  $B$  рабочим телом является пар с высокими температурой и давлением. Затем рабочее тело расширяется, вызывая вращение ротора турбогенератора, производя электрическую энергию.

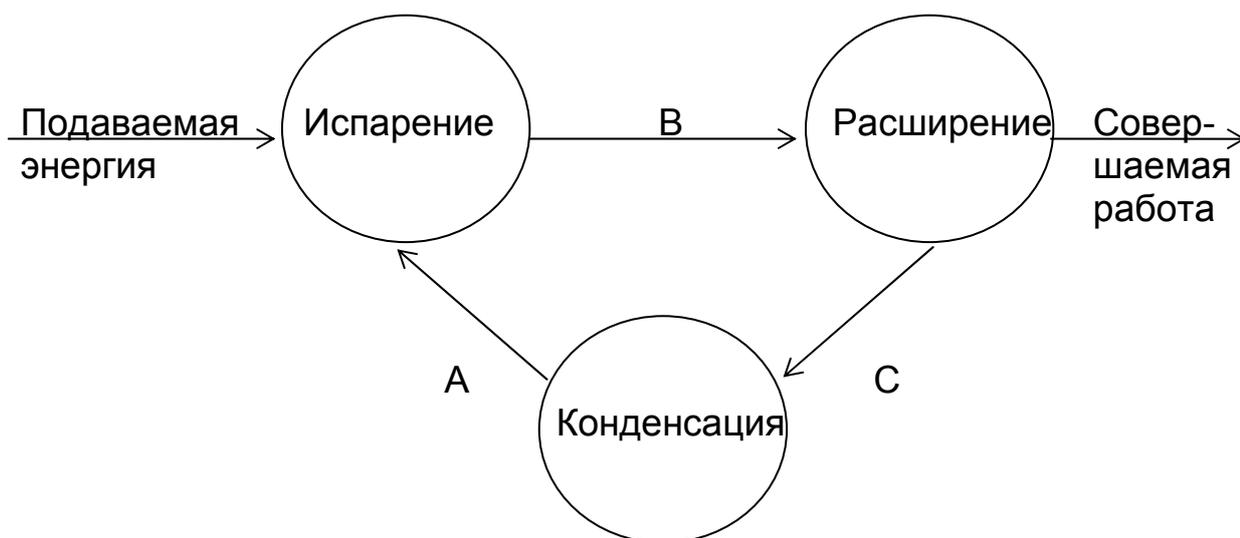


Рис. 3.1. Простейшая модель энергоустановки

В точке С рабочее тело представляет собой пар, который имеет низкую температуру и очень низкое давление. В конденсаторе рабочее тело вновь переводится в жидкое состояние. Энергия, которую необходимо вывести из системы для конденсации пара, обычно отбирается охлаждающей циркуляционной водой. Возврат рабочего тела в парогенератор осуществляется питательным насосом. Количество подводимой к системе энергии в сумме равно количеству отводимой энергии и совершаемой работы. Для изменения агрегатного состояния рабочего тела, его испарения или конденсации необходимо подвести или отвести определенное количество энергии. А рабочее тело обладает свойством запасать энергию. Если изменение внутреннего состояния рабочего тела характеризовать количеством запасенной им энергии  $\Delta E$ , то математическое выражение первого начала термодинамики - закона сохранения энергии для системы, которая обменивается с внешней средой энергией в форме теплоты и работы  $W$ , выражается так:

$$Q = \Delta E + W,$$

где  $Q$  - теплота системы.

Коэффициент полезного действия энергетической установки всегда меньше единицы. При  $\eta = 1$  вся подводимая к системе энергия превращается в работу. Практически получить такой коэффициент полезного действия можно, но только не в циклическом процессе. Примером может служить изотермическое расширение газа. Оно может идти лишь до того момента, пока давление не станет равным атмосферному. Но циклическую последовательность процессов, для которой  $Q=W$ ,  $\Delta E=0$  осуществить невозможно, хотя первому закону термодинамики это не противоречит. Это противоречит второму началу термодинамики: не-

возможно построить периодически действующую машину, все действие которой сводилось бы только к превращению теплоты, получаемой от источника, в работу.

Отвод определенного количества теплоты от рабочего тела к холодному источнику является необходимым условием осуществления цикла теплового двигателя. Работа в цикле равна разности подводимого и отводимого количества теплоты:

$$W = Q_1 - Q_2,$$

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}.$$

Максимально возможный коэффициент полезного действия цикла энергетической установки в идеализированном случае определяется соотношением температур горячего  $T_1$  и холодного  $T_2$  источников:

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}.$$

Такая идеальная энергетическая установка носит название тепловой машины Карно. Работает эта машина следующим образом:

- рабочее тело адиабатически сжимается, температура растет до  $T_1$ ;
- рабочее тело изотермически расширяется, совершая работу  $W$ ;
- рабочее тело адиабатически расширяется пока температура не снизится до  $T_2$ ;
- рабочее тело изотермически сжимается до тех пор, пока его внутренняя энергия не примет первоначальное значение, сбрасывая в холодный источник  $\Delta E$ .

Известно, что никакая другая машина не может иметь больший коэффициент полезного действия при тех же диапазонах температур. Значения  $\eta = 100\%$  соответствует условию:  $T_2 = 0$ , что принципиально не может быть достигнуто.

Реальные термодинамические циклы, используемые в реальных тепловых двигателях, - двигателях внутреннего сгорания (циклы Отто, Дизеля, Ванкеля), паровые и газовые турбины (циклы Ренкина, Брайтона), холодильные машины и тепловые насосы могут весьма существенно отличаться своими массогабаритными характеристиками, экологическими и другими качественными свойствами. Однако экономические характеристики показывают степень их приближения к идеалу.

Таким образом, процессы преобразования энергии всегда связаны с ее потерями. При этом значительная часть потерь определяется фундаментальными законами природы и, по сути, определяет технологический расход энергии в процессах ее преобразования. Другая часть

потерь энергии связана с отклонениями реальных технологических процессов от идеала. Наконец, оставшаяся часть потерь определяется неправильной работой технологических установок, неверной настройкой технологического режима, холостыми пробегами оборудования, неэкономичной загрузкой или плохой изоляцией. Именно в этой последней части следует в первую очередь искать наиболее эффективные решения по энергосбережению.

Применительно к электрической части энергетической установки, комплекса или системы повышение эффективности использования энергии чаще всего состоит в снижении потерь электроэнергии. Если на участке сети напряжение  $U$  с активным сопротивлением  $R$  протекает активная мощность  $P$  и реактивная  $Q$ , то потери электроэнергии  $\Delta A$  определяются так:

$$\Delta A = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} R \tau ,$$

где  $\tau$  - время максимальных потерь.

Сразу становятся очевидными меры по снижению потерь в сетях:

- компенсация реактивной мощности;
- повышение уровня напряжения сети;
- увеличение сечения проводов для снижения сопротивления;
- уменьшение дальности передачи - снижение сопротивления;
- снижение времени потерь;
- снижение максимума нагрузки.

Наиболее полное представление о состоянии добычи, производство, передачи и потребления энергоресурсов дает анализ баланса энергоресурсов. Баланс может быть составлен для любой энергоиспользующей установки, предприятия, территории, области, страны. Составление баланса энергии заключается в измерении и расчете потоков энергии по источникам и направлениям использования. Анализ баланса позволяет сопоставить полезное использование энергоресурсов и потери. Структурирование баланса обычно производится по видам используемых энергоресурсов, по энергоиспользующему оборудованию, по цехам, корпусам, производством, участкам, видам преобразованной энергии, видам продукции и т.п.

Баланс энергоресурсов в данном случае позволяет получить отчетливое представление об эффективности их использования. Так, полный коэффициент полезного использования энергоресурсов составляет

$$k_u = 1 - 0.66 = 0.34 .$$

Коэффициент использования энергоресурсов в потребительском комплексе (промышленность, транспорт, агропром, комбыт) равен

$$k_{\text{уп}} = \frac{34+7.3+3.8+2.9-24}{34+7.3+3.8+2.9} = \frac{24}{48} = 50\% .$$

Коэффициент полезного использования энергии в энергетическом комплексе области (электростанции и котельные) составляет

$$k_{\text{из}} = \frac{40+38-34}{40+38} = 0.56\% .$$

Составление баланса энергоресурсов основывается на достоверном сборе информации о потоках энергии и их измерениях.

### **Вопросы для самопроверки**

1. В каком виде энергия потребляется человеком?
2. Назовите стадии преобразования энергии.
3. Что измеряет коэффициент полезного действия?
4. Что представляет собой периодически действующая тепловая машина?
5. Почему у цикла Карно максимально возможный коэффициент полезного действия?
6. Какие термодинамические циклы Вам известны?
7. Что называют технологическим расходом энергии?
8. Как составить баланс энергии?
9. Как определить коэффициент использования энергоресурсов?

## **Глава 4. Стандартизация, сертификация и измерение электрической энергии**

При проведении работ по энергосбережению прежде всего следует определить качество электроэнергии (далее - КЭ). Это может быть осуществлено с помощью таких процедур, как стандартизация, измерение и сертификация. Юридической основой указанных процедур являются Законы РФ: «О стандартизации»; «Об обеспечении единства измерений»; «О сертификации продукции и услуг». Рассмотрим порядок проведения каждой из указанных процедур.

### **4.1. Стандарты на электрическую энергию**

Для этого следует использовать межгосударственный стандарт ГОСТ 13109-97 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения», утвержденный Постановлением

Госстандарта РФ от 28.08.98г. № 338 и введенный в действие с 01.01.99. Указанный стандарт соответствует международным стандартам МЭК861, МЭК1000-3-2, МЭК1000-3-3, МЭК1000-4-1 и публикациям МЭК 1000-2-1, МЭК1000-2-2 в части уровней электромагнитной совместимости в системах электроснабжения и методов измерения электромагнитных полей. В нем установлены показатели и нормы качества электроэнергии в электрических сетях систем электроснабжения общего назначения переменного трехфазного и однофазного тока частотой 50 Гц в точках, к которым присоединяются электрические сети, находящиеся в собственности различных потребителей электроэнергии (точки общего присоединения).

Показателями КЭ являются:

- установившееся отклонение напряжения ( $\delta V_y$ );
- размах изменения напряжения ( $\delta V_t$ );
- доза фликера ( $P_t$ );
- коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения ( $K_v$ );
- коэффициент n-ой гармонической составляющей напряжения ( $K_{v(n)}$ );
- коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности ( $K_{2v}$ );
- коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности ( $K_{0v}$ );
- отклонение частоты ( $\Delta f$ );
- длительность провала напряжения ( $\Delta t_n$ );
- импульсное напряжение ( $V_{имп.}$ );
- коэффициент временного перенапряжения ( $K_{пер.v}$ ).

Указанные показатели могут быть разделены условно на стационарные и динамические. К первым следует отнести  $\delta V_y$ ,  $K_v$ ,  $K_{v(n)}$ ,  $K_{2v}$ ,  $K_{0v}$ ,  $\Delta f$ ,  $\delta V_t$  и  $P_t$ , т.е. те показатели КЭ, которые могут быть измерены многократно в течение установленного стандартом времени и усреднены. Из них наиболее употребимы в практических расчетах первые шесть.

На показатели КЭ установлены стандартом два вида норм: нормально допустимые; предельно допустимые. Значения норм наиболее распространенных показателей приведены в табл. 4.1. В качестве примера рассмотрим влияние каждого из указанных здесь показателей КЭ на работу электрической сети и электроприемников.

Увеличение напряжения ( $\delta V_y$ ) на 10 % приводит к возрастанию светового потока, а следовательно, и освещенности рабочей поверхности до 40 %. При этом срок службы светильников сокращается почти в 3 раза.

Таблица 4.1

## Нормы наиболее распространенных показателей КЭ

№ п/п	Показатели, КЭ	Нормы КЭ		Пределы допустимой погрешности	
		Нормально допустимые	предельно допустимые	абсолютные	относительные
1	$\delta V_v$ , %	$\pm 5$	$\pm 10$	$\pm 0,5$	–
2	$\Delta f$ , Гц	$\pm 0,2$	$\pm 0,4$	$\pm 0,03$	–
3	$K_v$ , %	По таблице 1 ГОСТ 13109-97	По таблице 1 ГОСТ 13109-97	–	$\pm 10$
4	$K_{v(n)}$ , %	По таблице 2 ГОСТ 13109-97	По таблице 2 ГОСТ 13109-97	$\pm 0,05$ при $K_{v(n)} < 1,0$	$\pm 5$ при $K_{v(n)} \geq 10$
5	$K_{2v}$ , %	2	4	$\pm 0,3$	–
6	$K_{ov}$ , %	2	4	$\pm 0,5$	–

Снижение напряжения на 10 % приводит к уменьшению светового потока до 40%. При этом срок службы электроосветительных приборов увеличивается почти в два раза.

Отклонение напряжения оказывает заметное влияние, как на значение вращающего момента, так и на скольжение асинхронных электродвигателей. При снижении напряжения до 10 % значение момента вращения электродвигателей уменьшается почти на 20 %. При повышении напряжения существенно увеличивается потребление реактивной мощности, что приводит к снижению  $\cos\varphi$  и дополнительному насыщению магнитной системы электродвигателя. Из анализа статистических данных следует, что при снижении напряжения на 10 % срок службы электродвигателей сокращается почти в два раза.

Уменьшение частоты напряжения питания ( $\Delta f$ ) приводит к пропорциональному понижению скорости вращения всех электрических машин, что вызывает снижение производительности соединенных с ними приводных механизмов. Существует ряд технологических процессов, в которых качество выпускаемой продукции существенно зависит от стабильности значения частоты напряжения питания электродвигателей.

Несимметрия напряжения обратной последовательности ( $K_{2v}$ ) приводит к появлению токов обратной последовательности в обмотках электродвигателей, под действием которых образуются тормозные вращающие моменты.

Несимметрия напряжения нулевой последовательности ( $K_{ov}$ ) способствует появлению токов нулевой последовательности, что приводит к дополнительному нагреву активных частей электрооборудования. Кроме этого, токи нулевой последовательности, протекая через заземлитель, приводят к высушиванию грунта и увеличению сопротивления

заземляющего устройства. Это может привести к сбоям в работе релейной защиты.

Несинусоидальность напряжения питания ( $K_v$  и  $K_{v(n)}$ ) приводит в целом к тем же негативным явлениям, что и несимметрия. Однако из-за повышенной частоты высших гармонических составляющих возникают большой нагрев и увеличенные диэлектрические потери в конденсаторах. Под действием несинусоидального напряжения могут появиться условия для возникновения резонансных зон.

## 4.2. Измерение электрической энергии

Контроль качества электрической энергии допускается производить не во всех точках общего присоединения в электрических сетях систем электроснабжения общего назначения, а лишь в точках, являющихся характерными для данной электрической сети.

Выбор наиболее характерных (контрольных) точек может быть произведен при помощи методических указаний, изложенных в РД 34.15.501-88, и дополнения к ним, приведенного в «Методике контроля и анализа качества электрической энергии в сетях общего назначения».

При контроле отклонения напряжений выбор характерных точек измерения производится в следующем порядке:

- группируются линии, отходящие от центра питания (далее ЦП), по доминирующему характеру графиков нагрузки потребителей (производственные, односменные, двухсменные, сельскохозяйственные и т.д.);
- выбираются в каждой из групп линий характерные потребители (ближайшие к ЦП и наиболее удаленные от него в режимах наибольшей и наименьшей нагрузок электрической сети; с более жесткими требованиями к отклонениям напряжения на границе раздела; с графиком нагрузки, резко отличающимся от общего графика нагрузки трансформатора ЦП).

Минимальная продолжительность измерения показателей КЭ для оценки соответствия их значений нормам ГОСТ 13109-97 и договорным обязательствам равна одним суткам. В связи с возможным значительным изменением нагрузки электрической сети в течение недели контроль показателей КЭ должен быть проведен несколько раз, с тем, чтобы охватить все характерные промежутки времени в течение недели.

Энергоснабжающая организация и потребители должны периодически контролировать качество электрической энергии. Контроль отклонений частоты производится энергоснабжающей организацией постоянно. Контроль отклонений напряжения следует производить, как правило, ежеквартально, а при незначительном сезонном изменении нагрузок ЦП - два раза в год.

Внеплановый контроль качества электрической энергии следует проводить в случае изменения схемы электрических сетей, параметров элементов сети, значения и характера нагрузок потребителей или по требованию потребителей.

При подготовке к выполнению измерений показателей КЭ должны быть проведены следующие работы: определены предельные значения влияющих величин в контрольной точке; выбраны измерительные трансформаторы соответствующего класса точности, а также проверена загруженность их вторичных цепей; проверены сроки поверки приборов, возможности размещения их в пункте измерения и возможности организации контроля за их работой; собраны схемы измерений; выбраны диапазоны измерения приборов, соответствующие наибольшему возможному диапазонам измерения показателей в контрольных точках.

Для измерений показателей КЭ рекомендуется использовать измерительно-вычислительный комплекс (ИВК) «Омск» совместно с частотомером типа Ф-246, основные метрологические характеристики которых приведены в табл. 4,2, или другие средства измерения, метрологические характеристики которых не хуже указанных.

Таблица 4.2

Погрешности ИВК «Омск» и частотомера Ф-246

№ п/п	Наименование измеряемой величины, единица измерений	Абсолютная погрешность измерений
1	Установившееся отклонение напряжения, %	0,2
2	Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения, %	0,2
3	Коэффициент n-ой – гармонической составляющей напряжения, %	0,2
4	Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности, %	0,2
5	Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности, %	0,2
6	Частота напряжения, Гц (в диапазоне от 49,5 до 50,5 Гц)	0,03

При проведении сертификационных испытаний показателей КЭ в целях арбитража в электрических сетях напряжением выше 1000В должны использоваться измерительные трансформаторы напряжения (ТН) или делители напряжения класса точности не хуже 0,2. При проведении испытаний КЭ других категорий допускается использовать ТН с погрешностью, превышающей 0,2 %, но в этом случае должна быть определена суммарная погрешность результата измерений, включающая погрешность измерений ТН и ИВК.

При выполнении измерений должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80, ГОСТ 12.2.007-75,

«Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

К выполнению измерений могут быть допущены лица, имеющие квалификацию не ниже 3 (в установленных случаях - 4) группы по технике безопасности работы в действующих электроустановках, аттестованные в установленном порядке на право проведения контроля параметров КЭ.

Согласно ГОСТ 15150 измерения должны проводиться в нормальных климатических условиях и при нормальном режиме работы питающей сети. Допускается выполнение измерений при значениях влияющих факторов, соответствующих рабочим условиям.

Нормальные условия измерений, а также рабочие условия измерений применительно к использованию ИВК «Омск» и частотомера типа Ф-243, приведены в табл. 4.3.

Таблица 4.3

Нормальные и рабочие условия измерений применительно к ИВК «Омск» и частотомеру типа Ф-243

	Наименование влияющей величины, единица измерения	Предельные значения влияющей величины	
		в нормальных условиях	в рабочих условиях
1	Температура окружающего воздуха, °С	20 ± 10	5 – 40
2	Относительная влажность окружающего воздуха, %	45 - 80 (при t=30°С относительная влажность не выше 70%)	45 – 90
3	Атмосферное давление, кПа (мм. рт. ст.)	84 - 106 (630 - 800)	84 - 106 (630 - 800)
4	Частота питающей сети, Гц	49,5 - 50,5	49 – 51
5	Напряжение питающей сети, В	216 – 224	200 – 240

### 4.3. Сертификация электрической энергии

Проверка соответствия электроэнергии рассмотренным выше нормам качества может производиться с помощью сертификации.

Указанная процедура обязательна в точках общего присоединения потребителей или приемников электроэнергии к распределительным электрическим сетям центров питания энергоснабжающей организации.

Юридической основой для проведения сертификации электрической энергии является Постановление Правительства Российской Федерации от 13.08.97г. № 1013 «Об утверждении перечня товаров, подле-

жащих обязательной сертификации, и перечня работ и услуг, подлежащих обязательной сертификации».

Сертификация электрической энергии проводится по правилам, изложенным во «Временном порядке», который приведен в совместном решении Госстандарта РФ и Минтопэнерго РФ от 03.03.98 г.

Нормативной базой «Временного порядка» являются «Правила и процедуры системы сертификации ГОСТ Р», а также «Правила» и «Порядок сертификации электроустановок зданий», зарегистрированные в Мингосте РФ 12.04.96 №№ 1063 и 1064.

Сертификация электроэнергии проводится на основании обращения заявителя, представляющего энергоснабжающую организацию в уполномоченный (аккредитованный Госстандартом России) орган по сертификации. Проводится сертификация по схеме № 10, приведенной в изменении № 2 «Правил по сертификации системы сертификации ГОСТ Р». Схема основывается на использовании декларации о соответствии электроэнергии требованиям к ее качеству с прилагаемыми к ней документами, подтверждающими способность заявителя обеспечить соответствие электроэнергии установленным требованиям к ее качеству, проведение испытаний (аккредитованной испытательной лабораторией) электроэнергии в выбранных контрольных точках, а также осуществление инспекционного контроля сертифицированной электроэнергии.

Для подачи декларации о соответствии энергоснабжающей организации необходимо иметь: 1) официальные издания нормативных документов по качеству электрической энергии и методам измерений показателей КЭ; 2) документы, подтверждающие способность энергоснабжающей организации обеспечить соответствие электрической энергии требованиям к ее качеству, перечисленные в приложении «А» «Временного порядка»; 3) средства измерений показателей КЭ; 4) специально выделенный квалифицированный персонал, прошедший обучение в консультационно-учебном центре при Главгосэнергонадзоре России; 5) отчетность о проведении периодического контроля и анализа качества электрической энергии.

Результатом сертификации электрической энергии по показателям качества является выдача заявителю сертификата соответствия электроэнергии требованиям ГОСТ 13109-97. При отказе в выдаче сертификата соответствия уполномоченный (аккредитованный) орган по сертификации направляет заявителю решение об отказе в выдаче сертификата с перечнем существенных несоответствий требованиям ГОСТ 13109-97.

Срок действия сертификата устанавливает уполномоченный (аккредитованный) орган, но не более чем на три года.

В течение всего срока действия сертификата проводится инспекционный контроль за сертифицированной электрической энергией с периодичностью не реже одного раза в год.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Какими показателями оценивается качество электрической энергии?
2. Значения установленных норм стационарных показателей качества электроэнергии.
3. Критерии выбора характерных (контрольных) точек для измерения показателей качества электроэнергии.
4. По каким правилам проводится сертификация электрической энергии?

## **Глава 5. Энергетические обследования предприятий и организаций**

### **5.1. Общие положения**

Целью энергетического обследования (ЭО) является оценка эффективности использования энергетических ресурсов (твердого топлива, нефти, природного и попутного газа, продуктов их переработки, электрической и тепловой энергии), а также снижение затрат потребителей и реализация энергоэффективных решений.

Обязательным энергетическим обследованиям подлежат организации независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, если годовое потребление ими энергетических ресурсов составляет более шести тысяч тонн условного топлива или более одной тысячи тонн моторного топлива.

Энергетические обследования организаций, если годовое потребление ими энергетических ресурсов составляет менее шести тысяч тонн условного топлива, проводятся по решению органов исполнительной власти субъектов Федерации.

ЭО проводятся в соответствии с графиком, утвержденным органом исполнительной власти субъекта Российской Федерации для организаций, находящихся на их территории. О сроках проведения ЭО организации извещаются за три месяца до его начала. Интервал между ЭО данного предприятия не должен превышать пяти лет.

ЭО осуществляется территориальными управлениями Госэнергонадзора, а также уполномоченными ими специализированными организациями, имеющими лицензию на этот вид деятельности.

В результате ЭО выявляются потери и непроизводительные расходы энергии (энергоресурсов), даются рекомендации по их устранению. По результатам ЭО разрабатываются энергетический паспорт предприятия и план мероприятий по энергосбережению.

Организация, проводящая обследование, несет ответственность в соответствии с договором на проведение энергетического обследования согласно действующему законодательству Российской Федерации.

Лица, эксперты, участвующие в обследовании, несут ответственность за достоверность и полноту представляемых материалов.

Обследуемое предприятие обязано:

- обеспечить доступ к обследуемым объектам;
- представить всю необходимую отчетную и техническую документацию;
- участвовать в выработке плана мероприятий по экономии энергетических ресурсов;
- рассмотреть заключение и предлагаемые мероприятия и принять соответствующее решение;
- представить в органы Госэнергонадзора информацию о проведенном обследовании.

ЭО проводятся на основании заключенных договоров с организациями, проводящими обследования. Затраты по проведению ЭО бюджетных и муниципальных организаций оплачиваются за счет средств, выделяемых соответственно из федерального бюджета или бюджета органа местного самоуправления. Остальные организации проводят ЭО за счет собственных средств. Результаты обследования не могут являться основанием для применения санкций, за исключением случаев, определенных действующим законодательством. Организации, не обеспечившие проведение ЭО в установленный графиком срок, лишаются решением органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации предусмотренных законодательством льгот.

## **5.2. Документы, регламентирующие порядок проведения энергетических обследований**

При проведении энергетических обследований следует руководствоваться следующими документами:

- Федеральным законом РФ «Об энергосбережении» № 28-ФЗ от 03.04.96 г.;
- Постановлением Правительства РФ «О неотложных мерах по энергосбережению» № 1087 от 02.11.95г.;
- региональным законом об энергосбережении;

- «Правилами проведения энергетических обследований организаций», утвержденными Минтопэнерго 25.03.98г.;
- договором на проведение обследования специализированной организации и обследуемого предприятия;
- техническим заданием (программой) на проведение обследования;
- правилами технической эксплуатации электроустановок потребителями;
- правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителями;
- иными нормативно-правовыми документами, техническими материалами, инструкциями, методиками.

### **5.3. Требования к проведению энергетических обследований**

Общее руководство и координацию работ по проведению энергетического обследования в регионе осуществляет территориальное управление Госэнергонадзора.

Право на проведение энергетических обследований предприятий и организаций на территории региона имеют территориальные управления Госэнергонадзора и организации, которые удовлетворяют следующим требованиям:

- обладают правами юридического лица;
- имеют необходимое инструментальное, приборное и методическое обеспечение;
- располагают квалифицированным и аттестованным персоналом;
- имеют опыт выполнения работ в этой области;
- имеют лицензию Минтопэнерго России на проведение энергетических обследований;
- имеют аккредитацию территориального управления Госэнергонадзора.

Проведение энергетических обследований должен выполнять специально подготовленный персонал. Лица, привлекаемые к обследованию, должны:

- иметь высшее профессиональное образование или ученую степень по специальности или направлению, соответствующему проводимой работе;
- пройти специальное обучение по программе энергетических обследований, утвержденной территориальным управлением Госэнергонадзора. Обучение проводится организациями, имеющими лицензию на

этот вид деятельности и обладающими правом выдавать документ об обучении государственного образца;

- пройти стажировку в составе опытной бригады экспертов;
- периодически (1 раз в год) проходить проверку знаний «Правил техники безопасности при эксплуатации», других нормативных документов;
- пройти медицинское освидетельствование.

Персональный состав бригады экспертов, их работоспособность, квалификация и независимость существенно определяют качество результата обследования. Взаимоотношения с персоналом обследуемого предприятия должны строиться на доверии и сотрудничестве.

#### **5.4. Задачи обследований, схема их организации**

Технология энергетического обследования в значительной степени определяется формой обследования и задачами, которые перед ним ставятся. В задачи ЭО входят:

- экспертиза энергетической составляющей себестоимости продукции и услуг;
- энергетические потребности производство;
- энергетические балансовые испытания установок и технологических процессов;
- экспертиза энергетической эффективности продукции предприятия (сертификация);
- энергетическая экспертиза проектов;
- анализ договоров с энергоснабжающими организациями и субабонентами;
- анализ чувствительности производство к режимам энергоснабжения и качеству получаемых энергоресурсов.

В зависимости от того, какая из указанных задач (или их совокупность) должна быть решена в результате обследования, будет составлена программа проведения ЭО. В этом плане весьма полезна «универсальная схема организации энергетических обследований»<sup>1</sup> (рис.5.1).

Методика, порядок и условия безопасности проводимого обследования в каждом конкретном случае основываются на заводских инструкциях по эксплуатации, утвержденных регламентах, действующих «Правил», руководящих указаниях.

Энергетическое обследование предусматривает анализ следующих общезаводских систем:

---

<sup>1</sup> Универсальная схема организации энергетических обследований разработана доцентом политехнического университета, канд.техн.наук В.В.Литваком.

- системы измерений и учета потоков энергоресурсов;
- системы регулирования и автоматизации потоков энергоресурсов;
- системы подготовки и переподготовки кадров и повышения квалификации;
- системы договоров с энергоснабжающими организациями и субабонентами.

Универсальная схема организации энергетических обследований

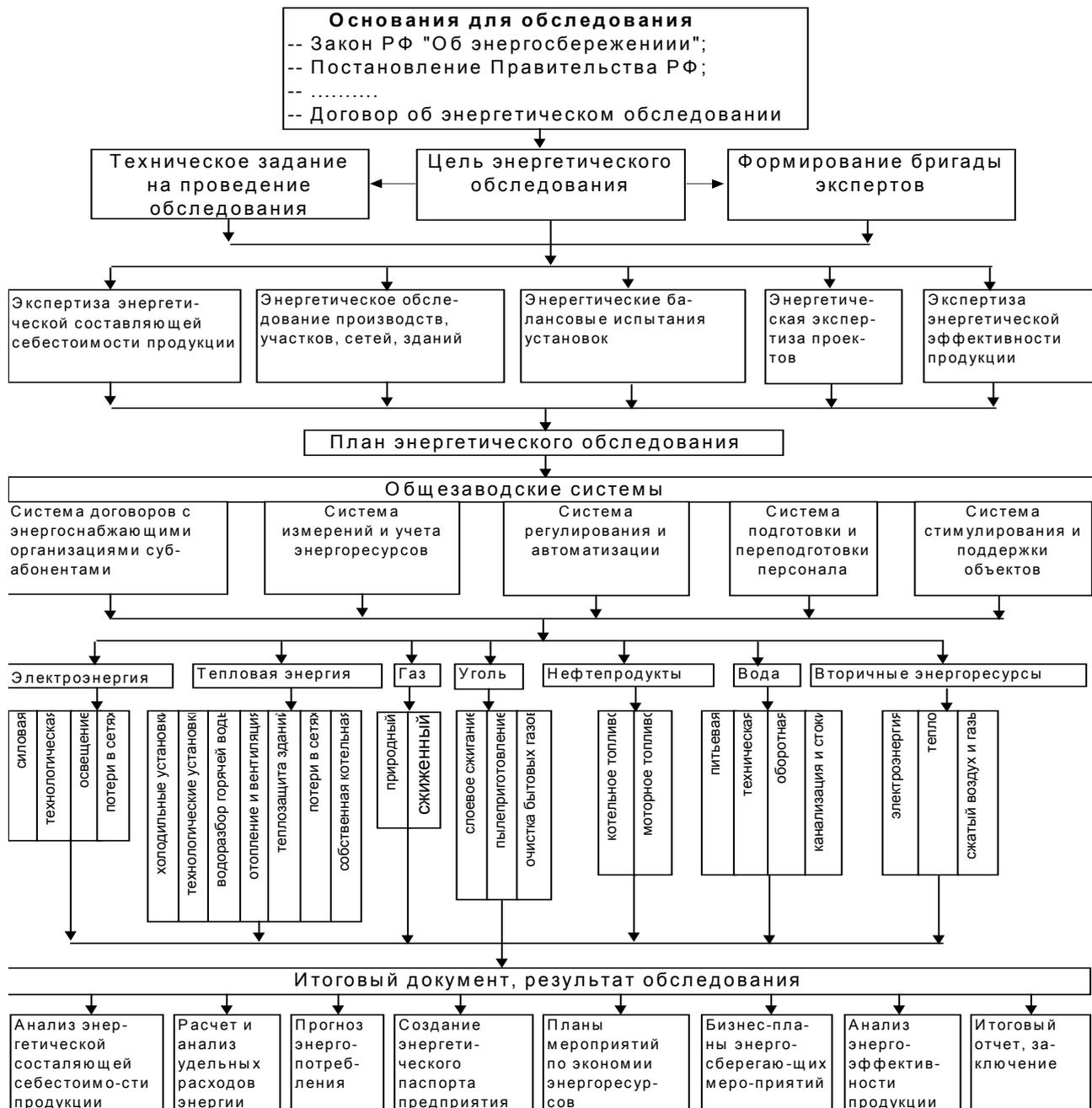


Рис .5.1.

В ходе энергетического обследования анализируется эффективность использования следующих энергоресурсов:

- электроэнергии: технологические нужды, освещение производственных помещений, потери в заводских сетях, трансформаторах и преобразователях;

- и другой тепловой энергии: технологическое тепло, пар, вода, отопление и вентиляция, теплозащита зданий, режимы котельной, потери в сетях, разбор горячей воды;

- газа: природный, попутный, сжиженный;

- угля: установки слоевого сжигания, пылеприготовления, очистка дымовых газов, угольные склады;

- нефтепродуктов: котельно-печное топливо, моторное топливо;

- воды: питьевая, техническая, оборотное водоснабжение, водоотведение, холодильные установки;

- вторичных энергоресурсов: электроэнергия, тепло, сжатый воздух, газы, прочие ресурсы, утилизация отходов;

- альтернативных энергоресурсов.

### **5.5. Показатели энергоэффективности**

Одним из наиболее существенных вопросов, возникающих при проведении ЭО и энергосберегающих мероприятий, является оценка эффективности энергоиспользования. Данную оценку проводят по ряду количественных характеристик, называемых показателями энергоэффективности (ПЭ) или индикаторами энергоэффективности. Приводим перечень возможных показателей энергоэффективности:

- удельный расход энергоресурсов на единицу выпускаемой продукции;

- энергетическая составляющая себестоимости продукции;

- потери электро и теплоэнергии; - загрузка оборудования;

- к.п.д. оборудования; - коэффициент мощности ( $\text{tg } \varphi$  или  $\text{cos } \varphi$ );

- превышение фактического потребления реактивной энергии ее экономического значения, установленного в договоре;

- показатели качества электрической энергии;

- потери реактивной энергии;

- уровень средств автоматического регулирования режимов энергопотребления и их технического состояния;

- характеристики графиков активной и реактивной нагрузки;

- постоянная составляющая энергопотребления, независимая от объемов производства предприятия;

- расход энергоресурсов на собственные и технологические нужды для электростанций и предприятий;

- доля бюджетных расходов, направляемых на дотации за потребляемые энергоресурсы;
- количество видов продукции и услуг, сертифицированных по энергоэффективности;
- доля энергетических расходов в бюджете учреждения;
- удельный расход энергоресурсов на одного сотрудника (или учащегося) бюджетной организации.
- На любом этапе проводимого энергетического обследования на основании оценки показателей энергоэффективности (ПЭ) важным является ответить на следующие вопросы:
  - Является ли данный ПЭ результатом целенаправленной деятельности предприятия в области энергосбережения?
  - В какой степени данный ПЭ устойчив?
  - Является ли данный ПЭ достаточно надежным?

При проведении ЭО необходимо для каждого конкретного случая подобрать ограниченное число ПЭ. Абсолютные значения ПЭ позволяют сравнить эффективность энергопотребления на предприятиях, организациях, учреждениях одной отрасли со сходными производственными процессами. Не менее важен анализ динамики ПЭ во времени для одного и того же объекта.

## **5.6. Проведение энергетических обследований**

Энергетическое обследование может проходить в различных формах и иметь различную глубину в зависимости от поставленных задач, материальных, финансовых и др. возможностей предприятия.

ЭО должно предшествовать составлению программы с разбивкой на этапы. Содержание этапов и порядок их следования должны быть такими, чтобы уже на первоначальных этапах могла быть выявлена экономия финансовых средств, которая на последующих этапах может реализоваться в малозатратных мероприятиях по энергосбережению. Такая схема ЭО обеспечивает покрытие затрат предприятия на обследование уже в самом его ходе.

Рекомендуемый порядок проведения энергетического обследования:

### **1 этап (предварительный):**

1.1. Заполнение опросных листов в энергослужбах и отделах предприятия.

1.2. Сверка листов инспектором Госэнергонадзора с выездом на место, осмотром хозяйства.

1.3. Составление программы энергетического обследования предприятия совместно с энергослужбой и согласование ее с руководством предприятия.

**2 этап (документальный):**

2.1. Анализ договоров с энергоснабжающими организациями.

2.2. Анализ договоров с потребителями (субабонентами).

2.3. Анализ составляющих затрат на электроэнергию, тепло, другие энергоресурсы в себестоимости продукции предприятия.

**3 этап (приборный):**

3.1. Проверка состояния учета тепла и электроэнергии, контроля качества топлива, его учета (прихода и на складе), состояние претензионно-договорной работы по поступающему топливу.

3.2. Проведение необходимых испытаний (экспресс или по полной методике) теплотехнического, тепломеханического, электроэнергетического оборудования.

3.3. Инструментальный контроль параметров режима и показателей качества электроэнергии (ПКЭ) в системах электроснабжения.

3.4. Тепловизионный контроль зданий, сооружений, элементов тепло- и электроэнергетического оборудования на тепловые потери, состояние изоляции стержневых проходных изоляторов и состояние контактов.

3.5. Анализ топливно-энергетического баланса энергохозяйства предприятия.

3.6. Разработка предложений по оптимизации режимов потребления энергии и энергоресурсов на предприятии.

**4 этап (заключительный):**

4.1. Системный анализ состояния энергохозяйства предприятия. Разработка плана организационно-технических мероприятий по энергообъектам с обоснованием экономической целесообразности.

4.2. Подготовка материалов для оформления лицензий в Госэнергонадзоре (при наличии субабонентов электрической и тепловой энергии) на право работ по распределению тепло- и электроэнергии.

## **5.7. Паспорт энергетического хозяйства предприятия**

В настоящее время по постановлению Главгосэнергонадзора России введен энергетический паспорт предприятия (далее - ЭПП), который предназначен для системного представления энергетического хозяйства предприятия и уровня его эксплуатации. В нем отражаются результаты проведенных энергетических обследований, а также проводимых работ по энергосбережению. Данный паспорт должен периодически заполняться или корректироваться персоналом энергетической службы

предприятия и передаваться в территориальные органы Госэнергонадзора. Типовой ЭПП содержит следующие основные разделы:

- общие сведения о предприятии;
- сведения об электрическом хозяйстве предприятия (главная схема электроснабжения, основное силовое электрооборудование);
- сведения о системе и приборах учета активной и реактивной энергии (в том числе и автоматизированных системах учета);
- сведения о тепловом хозяйстве предприятия;
- сведения об электропотреблении за несколько лет;
- структура электропотребления предприятия;
- фактические удельные расходы электрической энергии на единицу выпускаемой продукции за последние несколько лет;
- показатели качества электрической энергии в системе электроснабжения предприятия;
- сведения об источниках электромагнитных помех;
- сведения об источниках реактивной мощности.

Структура и содержание ЭПП позволяют выделить те его разделы, которые наиболее существенны в данный момент времени и в данных обстоятельствах. Вместе с тем паспорт допускает расширение и углубление его содержания, освоение или формирование новых разделов в соответствии с ПУЭ, ПТЭ, ГОСТ или вновь выявляющимися обстоятельствами. Так, к настоящему моменту времени назрела необходимость дополнить ЭПП следующими разделами:

- прогноз электропотребления;
- сведения об использовании ресурса основного электрооборудования и сроках его испытания;
- показатели надежности системы электроснабжения предприятия и ее элементов;
- показатели эффективности энергоиспользования;
- сведения об устройствах автоматического регулирования, их техническом состоянии и использовании;
- сведения о подготовке электротехнического персонала предприятия.

Ввиду трудоемкости проведения расчетов и большого объема постоянно изменяющейся исходной информации, необходимой для формирования ЭПП, в настоящее время осуществляется создание базы данных и программного обеспечения для ряда разделов паспорта. Это позволит более оперативно реагировать на различные изменения в системах внешнего и внутреннего электроснабжения предприятия, условий эксплуатации и договоров с энергоснабжающими организациями.

Существенным улучшением содержания ЭПП могло быть введение в него раздела «Карта уставок релейной защиты» ввиду необходимости периодической проверки уставок релейной защиты и автоматики в связи с быстро изменяющейся схемой внешнего и внутреннего электрообеспечения. Карта уставок представляет собой сквозной список подстанций, секций шин, электрооборудования, типов защит и уставок по каждой защите.

ЭПП дает для электротехнического, энергетического и руководящего персонала предприятия необходимую, сжатую и достоверную информацию для принятия решений, а также отражает деятельность по эффективному использованию энергоресурсов.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Какова цель проведения энергетических обследований?
2. На основании каких документов решается вопрос о проведении энергетического обследования?
3. Какие требования предъявляются к организациям, проводящим энергетические обследования? Какие – к персоналу этих организаций?
4. Из каких средств оплачиваются работы по энергетическому обследованию?
5. Какие показатели энергетической эффективности Вы знаете?
6. Каково содержание отдельных этапов энергетических обследований?
7. Какие разделы должен содержать отчет об энергетическом обследовании?
8. Какие основные разделы должны быть в мероприятиях по энергосбережению?

## **Глава 6. Приборное и методическое обеспечение энергетических обследований**

### **6.1. Определение показателей энергоэффективности**

Используемые для оценки эффективности работы установок, систем, технологий, процессов показатели энергоэффективности почти никогда не удается определять непосредственно, путем прямого измерения. Эти величины рассчитываются на основе измерений параметров энергоносителей (рабочих сред или тел) и их расходов. Для понимания этого полезно рассмотреть принципиальную схему, абстрактно показывающую наиболее общие элементы любого объекта, который анализируется с точки зрения эффективности использования энергии (рис.6.1).

Эта схема применима практически к любой технологической, бытовой установке, аппарату, станку, печи и пр. Здесь выделено главное: то, ради чего эта установка (объект) существует, – это продукция, которая получается в результате ее работы или вообще некоторая полезная функция. Эта установка (объект) в ходе своего функционирования потребляет энергию (либо несколько видов энергии).

Процесс, происходящий в установке, как правило, сопровождается некоторыми потерями энергии. Показатель энергоэффективности – это некоторая величина, характеризующая соотношение затраченной энергии и полезной продукции (функции, выраженной количественно).

Приведем примеры. Штмп (станок), формующий таблетки из поступающей в него исходной массы, имеет в качестве продукции эти таблетки и потребляет энергию, приводящую его в действие.

Насосная установка в качестве полезной функции повышает давление перекачиваемой среды. Потребляет энергию, затрачиваемую на ее привод.

Жилое здание как будто не имеет какого-то материального выхода (продукции), но зато полезной его функцией можно считать поддержание внутри заданного (комфортного) температурного режима. Кстати, вся энергия, приходящая в здание при этом превращается в тепловые потери – потоки энергии, проходящие через ограждающие конструкции наружу.

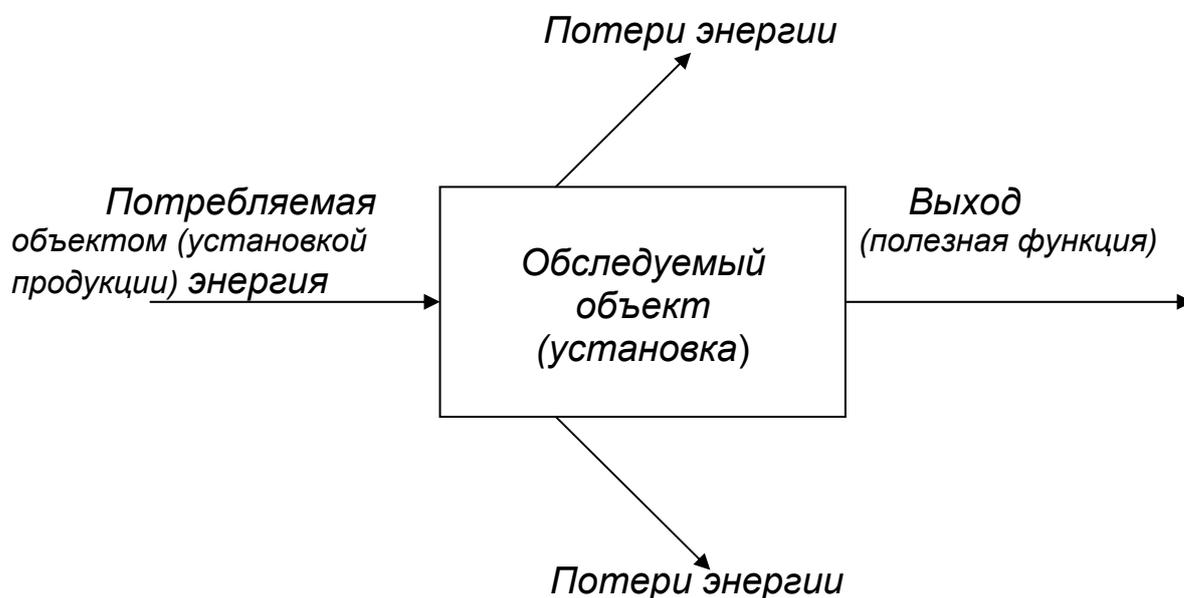


Рис.6.1. Схема анализа объектов в энергетическом обследовании

Как это было сформулировано выше, для определения значения показателей энергоэффективности необходимо сопоставить некоторое количество полезной продукции и энергии, затраченной на ее получение

в установке. Во многих случаях учет, который ведется на производстве, позволяет сопоставить эти количества и рассчитать значение показателя энергоэффективности. Если такого учета не ведется, то эксперты, обследующие объект, должны найти способ определения указанных количественных характеристик. Чаще всего это проведение измерений параметров и расходов энергоносителей, на основе которых затем рассчитывается количество (мощность) потребленной энергии (и произведенной продукции).

Исходя из самой общей схемы, приведенной на рис.6.1, для определения указанного выше соотношения необходимо либо произвести измерения на коммуникациях, подводящих энергию, либо измерять полезно использованную энергию и все энергетические потери.

Первый метод, при котором на определенное количество произведенной продукции (полезной функции) измеряют подведенное количество энергии, называют методом непосредственного (или прямого) энергетического баланса.

Метод, при котором кроме полезно использованной энергии дополнительно измеряют все имеющиеся место потери энергии, а затем по их сумме с полезной энергией, определяют потребленную энергию, называют методом обратного энергетического баланса.

Выбор того или другого метода зависит от особенностей обследуемого объекта (установки). Если произведенную продукцию учитывают и можно произвести измерения на подводящих энергетических коммуникациях, то применяют метод прямого энергетического баланса. Если же подводимую энергию измерять сложно, но возможны измерения всех потоков энергетических потерь, то применяют метод обратного баланса.

## **6.2. Приборы для проведения энергетических обследований**

Выполнение энергетического обследования произвольного объекта (энергетической или технологической установки) стало возможным благодаря развитию приборного парка, а главное появлению целой серии компактных портативных и весьма универсальных по применимости приборов. Дадим краткое описание портативных приборов, которые используются для проведения ЭО в Томском региональном Центре управления энергосбережением.

1. Электрический мультиметр (модель 85), производство фирмы Fluke (Германия). Предназначен для измерения параметров электрических систем (напряжение, сила тока, активная и реактивная мощности) в широком диапазоне их изменений.

2. Цифровой термометр (модель 90) производство фирмы Omnitron (Великобритания). Предназначен для измерения температуры контактным методом.

3. Расходомер PortaFlow-300 производство фирмы Micronics (Великобритания). Предназначен для измерения скорости движения жидкости по цилиндрическим трубопроводам и объемного расхода методом, основанным на регистрации разницы времени прохождения УЗ-сигнала по потоку жидкости и против ее движения.

Преимуществом этого прибора является то, что измерения производятся на трубопроводах практически любого диаметра и изготовленных из любого материала, причем для измерения не требуется вводить внутрь трубопровода первичные преобразователи, так как ультразвуковые датчики накладываются на наружную поверхность трубопровода.

4. Расходомер DDF-3088 производство Peek Measurement (США). Прибор предназначен для измерения скорости движения жидкости по цилиндрическим трубопроводам и объемного расхода методом, основанным на эффекте Доплера. Преимуществом этого прибора является то, что измерения производятся на трубопроводах практически любого диаметра и изготовленных из любого материала, причем для измерения не требуется вводить в трубопровод первичные преобразователи, так как ультразвуковые датчики накладываются на наружную поверхность трубопровода.

Недостатком метода, основанным на эффекте Доплера, является слабая чувствительность при малой скорости движения жидкости и невозможность регистрации нулевого расхода.

5. Логгер (по русски - регистратор) модели SF00-2650-00 производство фирмы Electronic Controls Disign (США). Средство предназначено для регистрации измеренных другими приборами данных по температуре. Имеет несколько каналов регистрации и большую электронную память.

6. Логгер (по русски - регистратор) влажности и температуры модель 91090-25 производство фирмы Digi-Sense Kit (США). Применяется для регистрации измеренных другими приборами данных по температуре и влажности, имеет несколько каналов регистрации и электронную память.

В комплекте с регистратором используется измеритель температуры и влажности для измерения температуры воздушной, газовой среды, а также ее относительной влажности в заданной точке.

7. Измеритель pH (модель G-19301-00), производство Col-Parmer. Предназначен для измерения кислотности растворов и водных сред.

8. Ультразвуковой определитель утечек (модель IL-438910) производство фирмы Davis Instrument (США).

9. Тахометр производство фирмы Monarch Instrument (США). Предназначен для измерения числа оборотов различных вращающихся валов, осей. Преимущество этого прибора в том, что измерения проводятся без механического контакта с валом (осью) машины или приводи-

мого в действие оборудования, так как используются специальные светоотражательные метки, наклеенные заранее на вал и оптических считыватель.

10. Измеритель скорости воздуха и температуры типа М-НТ (термоанемометр) производство фирмы Kurz Instruments (США). Прибор позволяет измерять скорости воздуха (и не агрессивных газов) в двух диапазонах (0,1 – 3,0 м/с и 3,0 – 30.0 м/с), а также температуры этих потоков.

11. Радиометр/Фотометр модели IL-1400А производство фирмы International Light(США). Прибор предназначен для измерения уровней освещенности в широком диапазоне, потоков излучения в видимой, инфракрасной и ультрафиолетовой области спектра в режимах непрерывного и импульсного излучения, а также для измерения лазерного излучения. Он широко применяется в энергетических обследованиях осветительных систем, для технических и научных измерений уровней солнечной инфракрасной и ультрафиолетовой радиации.

12. Дистанционный термометр Heat Spy DHS-28X (США). Действие прибора основано на способности физических тел, температура которых выше абсолютного нуля, излучать волны в ИК-диапазоне. Это излучение регистрируется прибором, и на основании параметров излучения определяется температура тела. Предназначен для определения температуры поверхности тела в определенной точке. Для точности наводки снабжен лазерным прицелом.

13. Прибор анализа параметров электрической сети типа Dranetz Platform 8000 (США). Работа прибора включает комплексную оценку параметров электрической системы с применением микропроцессорной обработки сигнала. Это измерительный комплекс предназначен для анализа параметров режимов электрической сети. Он измеряет, записывает и отображает параметры электрической сети, обеспечивает анализ источника электропитания путем отображения данных в различных формах отчетов.

14. Прибор для контроля качества электрической энергии ППКЭ–1–50, ППКЭ–2–50 производство России (прибор включен в Госреестр). Предназначен для контроля качества и коммерческого учета электроэнергии в сетях трехфазного тока частотой 50 Гц, напряжением 380 В непосредственно, а также в высоковольтных сетях через измерительный трансформатор напряжения. Прибор контролирует основные показатели качества электроэнергии, перечень которых установлен ГОСТ 13109-97, путем их измерения и статистической обработки, сохранения полученных данных для анализа, сопоставления с нормативными значениями и составления протокола измерений.

15. Анализатор параметров электропотребления AR.4M. (Прибор включен в Госреестр). Предназначен для измерения, длительной циф-

ровой регистрации и анализа параметров режима однофазных и трехфазных сетей переменного тока напряжением 220/380 В. Подключается также к сетям высокого напряжения посредством измерительных трансформаторов. Подключение к токовым цепям – без разрыва цепей и без отключения нагрузки. Регистрируемые параметры: действующие значения напряжений и токов в трех фазах, частота,  $\cos\varphi$ , активная и реактивная мощности, активная и реактивная энергия, формы синусоид токов и напряжений, спектральный состав – до 15-й гармоники, гармонические искажения.

### **6.3. Применение портативных ультразвуковых расходомеров**

На сегодня многие фирмы в мире производят аппаратуру для измерения расходов жидкости в трубопроводах. Один из главных современных методов измерения – ультразвуковой. Достаточно хорошо известно около десяти ультразвуковых портативных расходомеров (УЗПР), использующих в качестве первичного преобразователя пьезоэлектрические датчики, работающие в ультразвуковом диапазоне.

Основную идею принципа измерения расхода жидкости иллюстрирует следующее несколько упрощенное описание действия прибора. Один датчик излучает ультразвуковой сигнал (УЗ-сигнал) по направлению движения жидкости внутри трубопровода. Этот сигнал принимается вторым датчиком. Второй датчик излучает УЗ-сигнал навстречу направлению движения жидкости. В электронной схеме прибора (на основе цифровой обработки сигнала) заложен алгоритм вычисления разницы времени прохождения сигналов по движущейся среде (жидкости). В ряде работ было показано, что эта величина однозначно связана со средней скоростью жидкости по сечению трубопровода.

Для пересчета средней скорости жидкости в величину объемного расхода необходимо знать площадь поперечного сечения трубопровода. Площадь поперечного сечения (как правило, в форме круга) вычисляется по известному внутреннему диаметру. Поскольку непосредственное изменение внутреннего диаметра возможно только путем локального разрушения участка трубопровода (сверления, контрольной вырезки фрагмента), то используется другой путь: непосредственно измеряют наружный диаметр штангенциркулем или рулеткой и толщину стенки трубопровода – ультразвуковым толщиномером (неразрушающий метод), а затем вычисляют внутренний диаметр трубопровода.

Объемный расход жидкости, проходящей по трубопроводу, равен произведению площади поперечного сечения трубопровода на среднюю скорость движения жидкости.

Опыт использования нескольких типов портативных ультразвуковых приборов (UDM-100 фирмы Seba Dinatronic, Германия; DDF-3088 фирмы Peck Measurement, США; PortaFlow-300 фирмы Micronics, Вели-

кобритания) показал, что полностью автоматизировать процесс получения результата не удастся - хотя бы потому, что в этом процессе обязательно будут трудно формализуемые и, следовательно, не подлежащие автоматизации процедуры:

- выбор места установки датчиков на трубопроводе;
- установка датчиков на трубопроводе;
- обеспечение звукового контакта со стенкой трубопровода;
- определение наружного диаметра трубопровода;
- определение толщины стенки трубопровода в месте производства измерений.

Практически каждая из этих процедур может стать источником соответствующей погрешности в определении фактического расхода.

На основе анализа показаний этих приборов на эталонном весовом стенде разрабатывались методика и стандартные процедуры применения УЗПР.

Методика предназначена для определения совокупности операций и правил, применение которых обеспечивает получение результатов с погрешностью, соответствующей задаче применения расходомеров "PortfFlow-300" в энергетических обследованиях. Такой подход существенно расширяет сферу применения ультразвуковых портативных расходомеров и соответствует как "Правилам проведения энергетических обследований организаций", утвержденным Минтопэнерго РФ 28.03.98, так и ГОСТ Р 8.563-96.

Методика позволяет измерять расход жидкости (теплоносителя) по стальным трубопроводам диаметром от 20 до 1000 мм при температуре контролируемой среды от +3 до +150°C и скорости потока от 0,05 до 3 м/сек путем применения портативного ультразвукового расходомера "PortaFlow-300", ультразвукового толщиномера и других вспомогательных приборов и принадлежностей.

При разработке методики авторы ориентировались на следующие задачи применения УЗПР:

- экспресс-обследование узла ввода для определения экономического эффекта, получение которого возможно в результате установки приборов учета потребляемой тепловой энергии;
- измерения для правильного подбора типоразмера стационарного датчика расхода;
- проверка материального баланса в точке теплосети;
- определение потребления тепловой энергии объектом (зданием, организацией, промышленным предприятием) при проведении его энергетического обследования.

*Одна из задач*, для решения которой целесообразно применение портативного расходомера, - предварительное обследование узла, на

котором планируется установка стационарного счетчика расхода воды или теплосчетчика.

Смысл такого обследования состоит в том, что до реконструкции узла на тепловом вводе производятся измерения расходов теплоносителя (воды) и температур (для узла учета тепловой энергии). На основании этих измерений производится расчет часового, суточного, месячного (или годового) потребления. Результаты расчета сравнивают с теми значениями, которые следуют из условий договора с энергоснабжающей организацией. Эти данные можно получить из платежных требований, выставляемых для оплаты потребленной энергии.

Анализ позволяет с достаточной степенью достоверности предсказать эффект, который будет у потребителя в результате перехода на приборный метод расчета за тепловую энергию.

### **Выбора типоразмера датчика стационарного расходмера**

Важным преимуществом данного метода определения расхода жидкостей в трубопроводе является широкий диапазон возможных диаметров трубопроводов, на которых производятся измерения. Ультразвуковые портативные расходомеры позволяют проводить измерения на трубопроводах диаметром от 3-х десятков миллиметров до метра (1000 мм) и более. Это серьезное преимущество подобных приборов, которое создает предпосылку их широкого применения для предварительных обследований

Такое экспресс-обследование представляет собой один или несколько замеров на реальном трубопроводе сетевой воды, по результатам которых можно будет правильно подобрать типоразмер датчика стационарного расходомера. Большинство типов стационарных датчиков расходомеров имеют достаточно узкий диапазон измеряемого расхода. За пределами этого диапазона либо измерение невозможно, либо погрешность измерения возрастает. Поэтому для эффективной работы стационарного прибора измерения расхода очень важно заранее правильно определить тот диапазон фактического изменения расхода в данном трубопроводе, который будет иметь место при его дальнейшей работе.

Самым надежным способом определения этого диапазона является проведение серии предварительных измерений портативным расходомером.

При проведении этих измерений требование по точности может быть несколько снижено: полезно знать фактические расходы хотя бы приблизительно. Наличие погрешности даже в 30-50 % не мешает в правильном выборе диапазона.

Особенности применения УЗПР в этой задаче такие. Место проведения измерений - любой прямой горизонтальный или подъемный

участок того же трубопровода, на котором будет устанавливаться датчик стационарного расходомера. Нет ограничений в выборе необходимой длины измерительного участка. Единственное требование - чтобы схема измерения гарантировала, что измеряемый портативным прибором расход - тот же самый, что будет проходить через первичный преобразователь стационарного расходомера. Цель измерений в этой задаче - определение фактического диапазона изменения расходов теплоносителя в реальных режимах эксплуатации систем.

### **Проверка материального баланса в точке теплосети**

Место проведения измерений в данной задаче - произвольная точка (коллектор, ответвление, тепловой ввод, линейный участок тепломагистрали) теплосети. Особенности места установки УЗПР:

- возможны ограничения в выборе нормативной длины прямых участков, хотя, как правило, необходимо искать участки необходимой длины;
- температура прибора в наилучшем диапазоне от +35 до - 35°C;
- температура датчиков от + 40 до +150°C.

Цель измерений в этой задаче несколько иная, чем в предыдущих: определение с наибольшей возможной точностью разницы расходов сетевой воды в подающем и обратном трубопроводе. Допустимый уровень относительной погрешности измерений не более 2 %. Задача отличается целью и минимальной допустимой погрешностью, так как вычисляется разность расходов по двум измерениям (расходов сетевой воды в подающем и в соответствующем ему обратном трубопроводах). Эта разность и характеризует материальный небаланс системы в данном узле. В этой задаче важно минимизировать погрешность соответствующей пары измерений.

### **Определение потребления энергии в энергообследованиях**

В соответствии с “Правилами проведения энергетических обследований организаций”, которые проводятся в целях оценки эффективности использования организациями топливно-энергетических ресурсов, результаты этих обследований должны содержать “инструментально подтвержденный топливно-энергетический баланс”. Такой баланс как минимум должен показывать соотношение между полезно использованной энергией и ее потерями (либо общим потреблением).

Поэтому самая распространенная задача, в которой применяются портативные расходомеры, - это измерение расхода теплоносителя (или холодной воды) на узле ввода либо в точке подключения потребителя к общей сети.

В рамках этой задачи также желательно минимизировать погрешность, однако приемлемым будет ее уровень в 5 %, так как во многих случаях штатные приборы у обследуемого потребителя отсутствуют, а

данные измерений портативным прибором являются практически единственно возможным “инструментальным подтверждением” уровня потребления энергии (энергоносителя).

#### **6.4. Стандартные процедуры применения УЗПР**

На основе анализа описанных выше задач стало возможным формулировать требования по уровню погрешности измерения расхода жидкости (теплоносителя) в 3-5 % в диапазоне расходов от 3 до 100% во всем температурном диапазоне (от 3 до 150°C).

Для этого и разработаны «стандартные процедуры» ультразвуковых портативных. Их особенностью стало введение следующих обязательных операций:

- измерение наружного диаметра трубопровода с помощью штангенциркуля, если условный диаметр  $D_u \leq 200$  мм. При этом для уменьшения влияния погрешности от отклонения формы трубопровода от точного цилиндра производится два измерения во взаимно перпендикулярных направлениях; если по этим измерениям отсчеты наружного диаметра отличаются один от другого более чем на 0,5 %, то принимается решение о выборе другого измерительного участка. Если диаметр трубопровода более 200 мм, то наружный диаметр измеряется при помощи рулетки: вначале наложением в двух местах по наружной поверхности трубопровода делается два отсчета длины окружности, затем по их среднему значению вычисляется наружный диаметр трубопровода:

$$D_n = L_1 + L_2 / 2\pi,$$

где  $L_1$  и  $L_2$  – отсчеты длины окружности по двум наложениям рулетки на наружную поверхность трубопровода.

- определение в 4-5 точках, равномерно расположенных по окружности трубопровода в местах установки датчиков, толщины стенки трубопровода ( $\delta$ , мм) с помощью ультразвукового толщиномера, где  $\delta$  - толщина стенки трубопровода, средняя по 5 замерам, каждый из которых отличается от среднего значения не более чем на 5 %.

На примере подробного рассмотрения различных задач применения одного из типов современных портативных приборов, мы показали, что уникальные возможности современной «чудо»-техники и средств диагностики должны дополняться соответствующим методическим обеспечением. Это позволит избежать, а точнее минимизировать так называемую методическую погрешность измерений. Отсутствие должного внимания к этим вопросам приведет к тому, что не всегда будет гарантирована воспроизводимость результатов, полученных с применением портативных приборов. От этого во многом зависит доверие как к каждому конкретному измерению, так и к результатам энергетических обследований в целом.

## Глава 7. Учет и контроль потребляемых энергоресурсов

### 7.1. Порядок введения учета потребляемой теплоэнергии

Статья 11 Федерального Закона «Об энергосбережении» провозглашает: «Весь объем добываемых, производимых, перерабатываемых, транспортируемых, хранимых и потребляемых энергетических ресурсов с 2000 года подлежит обязательному учету. Очередность и правила оснащения организаций приборами для учета расхода энергетических ресурсов, а также правила пользования электрической и тепловой энергией, природным и сжиженным газом, продуктами нефтепереработки устанавливаются в порядке, определяемом Правительством Российской Федерации.

Учет потребляемых энергетических ресурсов осуществляется в соответствии с установленными государственными стандартами и нормами точности измерений».

Этим подчеркивается безусловная необходимость введения учета всех видов энергии и энергетических ресурсов, потребляемых всеми организациями независимо от формы собственности.

Постановлением Администрации Томской области N 258 от 12.09.96 определяется следующий *«Порядок согласования установки приборов учета тепловой энергии в Томской области»*.

В заявлении (письме) в организацию, снабжающую теплом, об оборудовании узла учета потребитель указывает:

- номер своего договора на пользование (получение) энергоресурса (если он заключен ранее);
- перечень объектов, подлежащих оснащению приборами учета (адреса, расчетные нагрузки по видам потребления энергоресурса);
- тип прибора, завод-изготовитель, перечень типоразмеров;
- организацию, с которой потребитель заключает договор о комплексном обслуживании узла учета (либо указывает должностное лицо, ответственное за эксплуатацию узла учета).

В течение 10 дней с момента регистрации заявления (письма) потребителя организация, снабжающая теплом потребителя, выдает ответ-разрешение на разработку проекта узла учета тепловой энергии либо мотивированный отказ.

Технический проект на узел учета должен содержать:

- копию договора потребителя с организацией, снабжающей теплом потребителя;
- технические данные для оборудования узла учета в соответствии с установленной формой;
- расчет расходов теплоносителя;

- расчет потерь давления на датчиках прибора и от изменения диаметров участков трубопроводов;
- акт разграничения балансовой принадлежности тепломагистрали между потребителем и организацией, снабжающей теплом потребителя;
- ситуационный план (расположение объектов и тепломагистралей);
- техническую документацию на устанавливаемые приборы;
- принципиальную схему узла управления (или теплового пункта);
- схему установки приборов на узле учета.

Проект узла учета согласовывается с организацией, снабжающей теплом потребителя. После монтажа и наладки узла учета организация, снабжающая теплом потребителя, в течение 10 дней осуществляет его приемку, оформляет ее техническим актом и вносит изменения в договор на пользование тепловой энергией.

## **7.2. Уравнения для измерения тепловой энергии**

Прежде чем рассматривать уравнения измерений тепловой энергии, обратимся к понятию «тепловая энергия». Несмотря на то, что это понятие широко применяется в технической литературе, различных нормативно-правовых документах и вообще в быту, оно до сих пор не введено в ранг стандартизованных терминов. Хотелось бы пояснить, что в данном случае следует понимать под термином «тепловая энергия», исходя из целей ее учета.

Объектом измерения в узлах учета является энергия изменяющегося теплового потока теплоносителя, прошедшего по каждому трубопроводу. В качестве физической модели энергии потока может быть принята наиболее близко соответствующая целям учета величина, прямо пропорциональная массе и энтальпии теплоносителя, которая может быть названа тепловой энергией. Эта величина зависит только от состояния теплоносителя и не зависит от того, как был осуществлен переход теплоносителя из некоторого начального состояния в данное состояние. Она определяется только параметрами теплоносителя. Именно на основании измерений параметров теплоносителя (расхода или количества теплоносителя, его температуры и давления) может определяться ее значение.

В словах «тепловая энергия» определение «тепловая» указывает на вид энергии. Подобно термину «электрическая энергия» термин «тепловая энергия» хорошо воспринимается всеми специалистами. В метрологическом аспекте он наиболее точно характеризует измеряемую физическую величину.

Иногда вместо термина «тепловая энергия» применяют термин «теплота». Применение термина «теплота» в данном случае, с физической точки зрения, по-видимому, не совсем корректно, поскольку под теплотой понимается изменение энергии. Причем теплота зависит не только от изменения энергии, но и от пути, по которому осуществляется переход из одного состояния в другое. В зависимости от того, как совершен переход теплоносителя в данное состояние, «теплота может иметь любое значение». Такая величина, которая зависит не только от параметров теплоносителя, по-видимому, не может использоваться для учета и осуществления взаимных расчетов между производителями и потребителями энергии.

Математически тепловая энергия  $Q$  изменяющегося теплового потока теплоносителя, прошедшего через трубопровод за определенный интервал времени, в общем случае может быть представлена функционалом

$$Q = \int_{\tau=\tau_0}^{\tau=\tau_1} m h d\tau, \quad (7.1)$$

где  $m$  и  $h$  – соответственно массовый расход и энтальпия теплоносителя;

$\tau_0$  и  $\tau_1$  – моменты времени, соответствующие началу ( $\tau$ ) и окончанию ( $\tau$ ) интервала времени измерения тепловой энергии.

Энтальпия  $h$  является функцией температуры и давления теплоносителя. Таким образом, тепловая энергия зависит от текущих значений параметров теплоносителя (массового расхода, температуры и давления) и интервала времени, в течение которого проходит в трубопроводе поток теплоносителя. На основании приведенного выражения обычно и получают уравнения, на основе которых строят методики, схемы и алгоритмы измерений тепловой энергии.

При реализации уравнений измерений, полученных из (7.1) в средствах измерений, методиках выполнения измерений и схемах узлов учета тепловой энергии и теплоносителя их, как правило, преобразовывают в соответствии с правилами математики. А именно: энтальпию и плотность выражают через соответствующие уравнения состояний, а интегралы заменяют так называемыми конечными суммами. Например, интеграл вида (7.1) будет представлен в виде суммы

$$Q = \sum_{i=1}^n G_i h_i \quad (7.2)$$

где  $Q$  – тепловая энергия, соответствующая  $i$ -му интервалу времени;

$G_i$  – значение массы теплоносителя, прошедшей через трубопровод в течение  $i$ -го интервала времени;

$h_i$  – энтальпия теплоносителя, соответствующая  $i$ -му интервалу времени;

$n$ . – количество интервалов времени, соответствующее времени измерения тепловой энергии от 0 до 1.

Конечно, в этих случаях оценивают погрешность от замены интеграла на соответствующую сумму, и если она существенна, то ее указывают в технической документации на средства измерений и (или) методике выполнения измерений.

Вопрос о существенности указанной погрешности рассматривается при утверждении типа средства измерений и (или) аттестации (утверждении) методики выполнения измерений.

Основные требования к организации учета потребляемой энергии должны быть приведены в соответствующих «Правилах». Такая попытка и была принята в 1994-95 гг., когда несколькими творческими научными коллективами разрабатывались и обсуждались «Правила учета тепловой энергии и теплоносителя». Теперь приходится констатировать, что официально была принята не лучшая их редакция. Поэтому большинство теплосчетчиков реализуют другие уравнения для расчета потребляемой тепловой энергии. Важно, чтобы эти уравнения были корректны при любой схеме подключения потребительских систем.

Универсальным уравнением расчета потребленной тепловой энергии, которое должно реализовываться в системе учета тепловой энергии, является следующее:

$$Q = G_1 (h_1 - h_{XB}) - G_2 (h_2 - h_{XB}), \quad (7.3)$$

где  $Q$  – тепловая энергия, соответствующая  $i$ -му интервалу времени;  
 $G_1$  – расход теплоносителя по подающему трубопроводу;  
 $h_1$  – энтальпия теплоносителя по подающему трубопроводу;  
 $G_2$  – расход теплоносителя по обратному трубопроводу;  
 $h_2$  – энтальпия теплоносителя по обратному трубопроводу;  
 $h_{XB}$  – энтальпия холодной воды, поступающей в системы из источника водоснабжения.

В соответствии с принятой в теплотехнике терминологией все системы теплоснабжения можно разделить на закрытые и открытые. Закрытой называется система, которая не обменивается веществом (массой) с окружающей средой, а открытой – система, в которой такой обмен происходит непрерывно или периодически. Универсальным уравнением (7.3) названо потому, что оно применимо как для закрытых, так и для открытых систем теплоснабжения.

### 7.3. Типы современных теплосчетчиков

Схема и алгоритм измерения любого правильно работающего теплосчетчика должны реализовывать уравнение (7.3), либо в точности эквивалентное ему. Для этого на прямом и обратном трубопроводе измерению подлежат массовый расход, температура и давление теплоносителя. Алгоритм расчета содержит определение энтальпии (или плотности) для каждого потока (по измеренным температуре и давлению) и вычисление разницы по (7.3) в каждый  $t$ -й момент времени, в который регистрируются текущие параметры, и вычисляется потребляемая тепловая мощность.

По заложенному в конструкцию узла учета алгоритму вычисления и принципиальной схеме узла следует различать комплекты, предназначенные для работы только в закрытых системах, и универсальные, которые будут правильно работать как в закрытых, так и в открытых системах. Поскольку на Западе распространены только закрытые системы теплоснабжения (или индивидуальные, которые также закрытые), то практически все приборы, производимые западными фирмами, применимы только для закрытых систем. Попытки применять комбинированные схемы либо дополнять западный комплект дополнительными расходомерами на обратном трубопроводе незаконны, и на практике означают практический отказ от приборного учета и возвращение к приборно-расчетному методу оплаты потребленной теплоэнергии.

Другая классификация теплосчетчиков – по типу прибора в их составе, измеряющего расходы теплоносителя в трубопроводах. По физическому принципу действия эти расходомеры могут быть:

- 1) расходомером на сужающем устройстве (диафрагме, сопле, трубе Вентури);
- 2) ротационным (крыльчатый) расходомером;
- 3) электромагнитным расходомером;
- 4) ультразвуковым расходомером;
- 5) шариковым расходомером;
- 6) вихревым расходомером.

Первый тип теплосчетчиков (СПТ-920, СПТ-960, СПТ-941, СПТ-961) имеет наиболее полную историю становления, изучения, методически наиболее отработан. На этот метод сегодня имеется Межгосударственный стандарт, официально принятый не только Россией, но и Белоруссией. К недостаткам этих приборов следует отнести их относительную сложность. Кроме того, сужающее устройство имеет вполне определенное гидравлическое сопротивление, которое уменьшает располагаемый перепад на системах теплоснабжения. Поэтому не везде возможна реализация этого метода без ухудшения теплоснабжения.

Второй тип теплосчетчиков, основанный на ротационном (либо крыльчатом) расходомере, распространен в системах западных стран, где гарантирован уровень качества теплоносителя по его чистоте от взвесей, вредных или агрессивных примесей.

Развиваемый с начала 50-х годов теплосчетчик на электромагнитном принципе измерения расхода имеет целый ряд современных реализаций разными фирмами-изготовителями (среди которых фирма ASWEGA – производитель комплекта SA-94). Теплосчетчик SA-94 хорошо зарекомендовал себя в системах, где отсутствуют железистые и другие железосодержащие отложения. Такие системы достаточно редки в России из-за тотального распространения стальных трубопроводных систем, стальных систем отопления и неудовлетворительных показателей по содержанию воздуха (и кислорода) в циркулирующей в этих системах воде.

Весьма перспективным оказался ряд теплосчетчиков, основанных на ультразвуковом способе измерения расхода воды. Пока это относительно дорогой прибор, но, пожалуй, из ряда существующих приборов, он – метрологически – наиболее перспективен.

Существенным и бесспорным преимуществом приборов второго и третьего типа является то, что первичные преобразователи расхода в этих системах не оказывают никакого гидравлического сопротивления.

Шариковый расходомер (разработанный томскими учеными), имеет оптимальное сочетание всех наиболее важных свойств: достаточную точность в широком диапазоне изменения расходов (1/50), полную комплектность и в то же время максимальную простоту устройства. Он надежен и неприхотлив по условиям эксплуатации и качеству воды.

#### **7.4. Опыт разработки теплосчетчика в Томске на базе шарикового расходомера**

Одним из первых инвестиционных проектов Томской региональной программы энергосбережения был проект организации производства в Томске средств учета и контроля потребления тепловой энергии. В реализации проекта приняли участие: Томский приборный завод, АО «Томскэнерго», областная администрация, Международное научно-производственное объединение «Зонд», и – на завершающей стадии – созданный в 1997 году Региональный центр управления энергосбережением.

Техническое задание на сибирский теплосчетчик, которое во многом определило его преимущества по сравнению с выпускаемыми в то время средствами учета и контроля, было разработано учеными Томского политехнического университета (научный руководитель – заведующий кафедрой Томского политехнического университета М.Г. Гольдшмидт) с привлечением технологов Томского приборного завода (Ю.И. Иванова,

А.Н. Чумакова), специалистов АО «Томскэнерго» (гл. инженера М.И. Яворского, эксперта С.А. Косякова), МНПО «ЗОНД» (начальника отдела В.А. Расколенко). Надо сказать, что по содержанию этот документ на 2 года опередил обсуждаемый до сего времени (и, к сожалению, не принятый) Государственный стандарт Российской Федерации «Теплосчетчики для водяных систем теплоснабжения».

В дни, когда Государственная дума Томской области обсуждала и принимала региональный закон «Об основах энергосбережения...», ООО «Конто» была выпущена первая партия теплосчетчиков. Их отличительной чертой его была конструкция шарикового датчика, защищенная соответствующим свидетельством. По прошествии достаточного времени можно сказать, что была выбрана правильная линия на 100%-е обеспечение комплектности узла учета одним производителем. На сегодня это стало общепризнанным требованием.

Органами государственного энергетического надзора своевременно была проведена аттестация ряда фирм, заявивших о своем намерении проводить оснащение потребительских узлов теплосчетчиками. Среди первых, получивших лицензии на этот вид деятельности в Томской области, были ЗАО «Термо», ООО «Конто», ООО «Тепломер». Их усилиями в городе Томске и Томской области было оборудовано более 400 узлов коммерческого учета потребляемой тепловой энергии, из них более 75 % - на основе комплектного теплосчетчика ТСШ-1М, прошедшего уже в 1997 году соответствующую проверку и включенного в Государственный реестр. В отличие от целого ряда других разработок Томский теплосчетчик признан пригодным как для закрытых, так и для открытых систем теплоснабжения, что актуально практически для каждого сибирского города. В 1998 году эта разработка прошла аттестацию Главгосэнергонадзора, в результате комплект ТСШ-1М рекомендован в качестве средства для коммерческого учета потребляемой тепловой энергии.

Средство учета удобно как для потребителя, так и для продавца (производителя) тепловой энергии. Положительно оцениваются не только чисто технические преимущества данной системы, но дизайн, эргономика устройства: на двух выставках оно удостоивалось дипломов и наград.

### **Вопросы для самопроверки:**

1. Каков порядок согласования установки приборов учета тепловой энергии?
2. По каким признакам классифицируют современные приборы учета тепловой энергии?
3. Какие требования предъявляются к теплосчетчикам (приборам учета тепловой энергии)?

## Глава 8. Формирование рынков энергии

### 8.1. Особенности этапа возникновения рынков

Интенсивное разгосударствление энергетики, осуществленное в России, привело к совершенно новой финансово-экономической ситуации. Прежние нормативно-административные механизмы управления уже не действуют, а рыночное саморегулирование еще не обеспечивает нормального функционирования этой жизнеобеспечивающей отрасли народного хозяйства. Естественный монопольный характер энергетики в силу особенностей ее технологического процесса предполагает активное участие государства в регулировании отношений с потребителями продукции - электрической и тепловой энергии.

Принятая в настоящее время схема регулирования представляет собой двухступенчатую структуру (рис.8.1):

- на верхнем, общероссийском уровне формируется федеральный оптовый рынок электрической энергии (мощность) - ФОРЭМ;
- на уровне субъекта федерации создается региональный потребительский рынок электрической энергии (мощности) и тепловой энергии (мощности).



Рис. 8.1. Схема федерального рынка электроэнергии и региональных рынков электрической и тепловой энергии

Наличие такой двухступенчатой структуры рынка энергии обеспечивает согласованность и единообразие на всех этапах управления, с одной стороны, и активное участие в управлении субъектов Федерации на своей территории - с другой.

Основанием для создания условий функционирования рынка энергии в России являются:

- Федеральный закон «О государственном регулировании тарифов на электрическую и тепловую энергию в Российской Федерации» № 41-ФЗ от 14.04.95г.

- Постановление Правительства РФ «О федеральном (общероссийском) оптовом рынке электрической энергии (мощности)» № 793 от 12.07.96 г.

Основными целями функционирования федерального оптового рынка электрической энергии являются:

- обеспечение надежного и эффективного энергоснабжения потребителей во всех регионах Российской Федерации;

- формирование оптимальных экономических отношений производителей, энергоснабжающих организаций и потребителей электрической энергии на основе сочетания государственного регулирования и конкуренции, включая поддержание конкурентоспособности продукции энергоемких потребителей электроэнергии, имеющих общенациональное значение;

- выравнивание уровня тарифов на электроэнергию, отпускаемую с Федерального оптового рынка электроэнергии;

- сохранение и развитие Единой энергетической системы России;

- обеспечение принципа установления тарифов для потребителей субъектов федерального оптового рынка электроэнергии в зависимости от энергоемкости выпускаемой ими продукции, влияния на совмещенный график электрической нагрузки и уровня работы по энергосбережению.

Перечень субъектов федерального оптового рынка энергии утверждается Правительством Российской Федерации. Среди них РАО «ЕЭС России», Центральное диспетчерское управление ЕЭС России, концерн «Росэнергоатом», крупные тепловые, гидравлические и атомные электростанции, акционерные общества энергетики и электрификации регионов, отдельные крупные потребители электрической энергии (рис.8.2).

Технологической основой работы федерального оптового рынка электроэнергии являются системообразующие электрические сети РАО «ЕЭС России» и энергоснабжающих организаций.

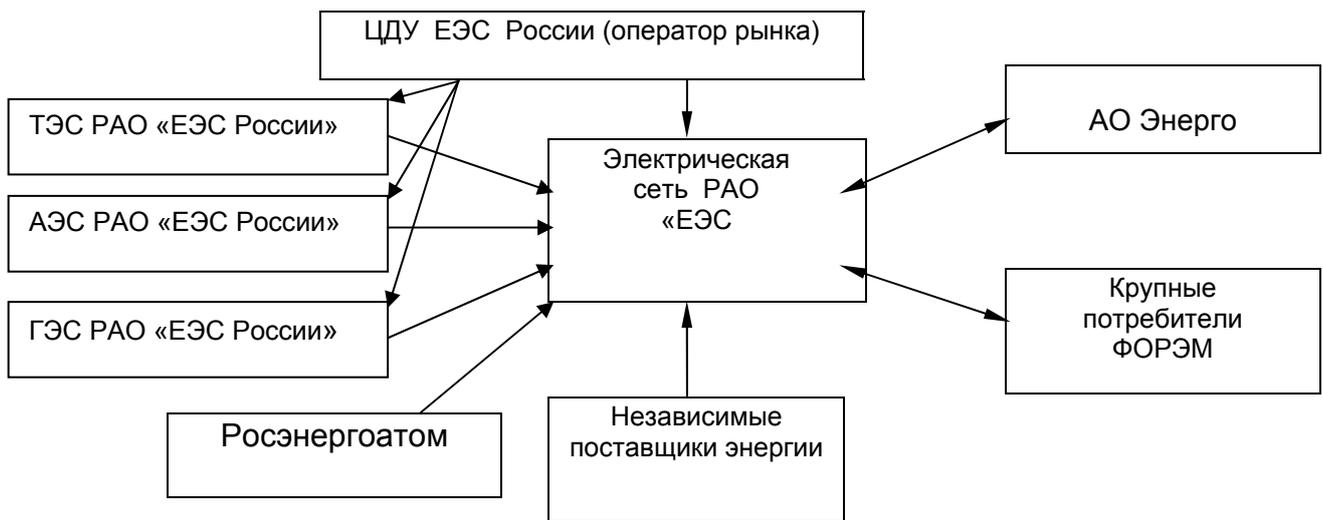


Рис. 8.2. Субъекты федерального оптового рынка электроэнергии

Организационной и функциональной основой федерального оптового рынка электроэнергии является РАО «ЕЭС России». На него возложены следующие функции: координация деятельности всех субъектов рынка в вопросах производства, передачи, распределения и потребления электроэнергии; обеспечение надежной работы и развития технической базы; координация деятельности по обеспечению готовности электростанций и сетей к несению и передаче нагрузки с учетом необходимого резерва; обеспечение минимизации топливной составляющей себестоимости производства электрической и тепловой энергии путем систематического пересмотра нормативных характеристик оборудования; осуществление координации топливообеспечения производителей энергии; обеспечение координации инвестиционной деятельности субъектов рынка и осуществление финансирования строительства важнейших объектов ЕЭС России; осуществление экспорта-импорта электроэнергии; обеспечение оперативного ведения и оптимизации режимов работы всех субъектов рынка; организация заключения договоров на оптовом рынке электроэнергии и осуществление контроля за их исполнением; выполнение расчетов плановых балансов электрической энергии и мощности; организация проведения и учета платежей между субъектами рынка; анализ работы, обеспечение достоверности и доступности информации о деятельности рынка.

Оператором-диспетчером процесса производства, передачи и распределения электрической энергии на рынке является Центральное диспетчерское управление Единой энергетической системы России (ЦДУ «ЭС России»), которое действует на основании договора с РАО «ЕЭС России».

Поставка электроэнергии на рынок и получение ее осуществляются на основании договоров субъектов рынка с РАО «ЕЭС России».

Федеральная энергетическая комиссия (ФЭК) осуществляет государственное регулирование на федеральном оптовом рынке и устанавливает тарифы на поставку электроэнергии (мощности) на рынок и на ее отпуск, размер абонентной платы за услуги, оказываемые РАО «ЕЭС России» по организации функционирования и развитию ЕЭС, размер абонентной платы за услуги концерна «Росэнергоатом» по развитию и обеспечению безопасного функционирования атомных электростанций, формирует и утверждает баланс производство и поставок электроэнергии в рамках ЕЭС по субъектам рынка, который является основой для заключения договоров на рынке.

Финансовые расчеты на федеральном оптовом рынке электроэнергии осуществляются на основании заключенных договоров, исходя из устанавливаемых Федеральной энергетической комиссией тарифов на электроэнергию и размеров абонентной платы за оказываемые услуги.

Все субъекты федерального оптового рынка электроэнергии обладают равными правами и для обеспечения недискриминационной политики имеют доступ к единой информационной инфраструктуре рынка.

Развитие конкуренции на оптовом рынке электроэнергии на базе Единой энергетической системы России будет осуществляться в направлениях:

- достижения оптимального управления балансами электрической мощности и электроэнергии по всему годовому графику, минимизации общих издержек в производственной сфере путем конкурентного отбора поставщиков электроэнергии;

- достижения оптимального баланса экономических интересов производителей и потребителей электроэнергии;

- создания эффективной структуры управления рынком;

- обеспечения полной оплаты потребителями всей полученной электроэнергии и услуг по всему производственно-технологическому циклу.

Расширение состава субъектов ФОРЭМ предполагается осуществлять за счет:

- самостоятельных электростанций или других производителей электроэнергии;

- электросетевых организаций, не входящих в состав региональных энергосистем;

- региональных операторов оптового рынка крупных потребителей электроэнергии.

Развитие принципов управления оптовым рынком электроэнергии предполагается осуществлять с целью оптимизации недискриминационных экономических отношений между субъектами путем:

- принятия «Правил работы ФОРЭМ», обеспечивающих равные возможности поставщиков электроэнергии на конкурентной основе и равные возможности всех покупателей;
- строгого соблюдения «Правил работы ФОРЭМ» всеми субъектами рынка;
- контроля за исполнением «Правил работы оптового рынка» со стороны наблюдательного Совета.

Правила работы на ФОРЭМ в качестве приоритета устанавливают договорной принцип функционирования. Получение же максимального экономического эффекта при работе ФОРЭМ достигается путем включения в конкурентный отбор всех производителей энергии независимо от отношений стоимости.

Связь между договорными отношениями субъектов ФОРЭМ и технологическими критериями управления осуществляются через систему договорного и диспетчерского графиков (заданий по ведению режимов), разрабатываемых и устанавливаемых оператором ФОРЭМ, при которых условия исполнения графиков являются экономическими факторами договоров.

Для гарантированного обеспечения потребителей электрической и тепловой энергией в регионах формируются региональные потребительские рынки электрической и тепловой энергии. Основные принципы региональной энергетической политики, осуществляемой через энергетический рынок, состоят в следующем:

- создание конкурентной среды производство и потребления энергии и энергоресурсов;
- сочетание интересов производителей, потребителей энергии и интересов региона;
- обеспечение права потребителей получать электрическую и тепловую энергию на условиях, устанавливаемых договором между ними и энергоснабжающими организациями по ценам, регулируемым региональной энергетической комиссией в пределах ее компетенции;
- установление экономически обоснованных величин цен (тарифов) или их предельного уровня на энергию в порядке, установленном законодательством или иными нормативными актами;
- создание равных условий для производство, транспортировки и потребления электрической и тепловой энергии хозяйствующими субъектами любых видов собственности;
- сохранение единства системы энергоснабжения региона;

- развитие производство электрической и тепловой энергии, альтернативных источников энергии на условиях конкуренции;
- осуществление государственного энергетического надзора за энергетическими установками, производящими, передающими и потребляющими электрическую и тепловую энергию.

Право равного доступа на региональный потребительский рынок электрической и тепловой энергии реализуется при условии соблюдения общих для всех субъектов технических требований и норм под контролем Госэнергонадзора и в пределах действия лицензии на производство, передачу и распределение энергии.

Независимые производители энергии имеют право свободного доступа к электрическим и тепловым сетям любой энергоснабжающей организации. При этом предельная величина абонентной платы за услуги, предоставляемые энергоснабжающими организациями, устанавливается Региональной энергетической комиссией (РЭК) на основании расчетов, предоставляемых владельцами сетей.

Каждый потребитель энергии имеет право заключить договор поставки энергии с любым поставщиком энергии при наличии у последнего необходимых мощностей и достаточной пропускной способности электрических и тепловых сетей.

Региональная энергетическая комиссия:

- осуществляет государственное регулирование на региональном потребительском рынке электрической и тепловой энергии и устанавливает предельный уровень размера тарифов на поставку и отпуск энергии, размера абонентной платы за пользование сетями и иных услуг, оказываемых энергоснабжающими организациями субъектам рынка;
- формирует и утверждает баланс производство и поставок электрической и тепловой энергии, который является основой для заключения договоров на региональном рынке энергии;
- анализирует работу регионального потребительского рынка электрической и тепловой энергии и доводит результаты анализа до всех его субъектов;
- обеспечивает координацию инвестиционной деятельности субъектов рынка в части производство, передачи и распределения электрической и тепловой энергии на стадии утверждения тарифов;
- обеспечивает достоверность и доступность информации о деятельности регионального потребительского рынка энергии для всех его участников.

## 8.2. Тарифы на электрическую и тепловую энергию

Одной из главных антимонопольных мер в период становления рыночной экономики для ряда отраслей народного хозяйства является государственное регулирование тарифов на конечный продукт. В электроэнергетике – это электрическая и тепловая энергия и услуги, предоставляемые энергетическими предприятиями. Государственное регулирование тарифов в соответствии с Федеральным Законом “О естественных монополиях” осуществляет орган государственной исполнительной власти по регулированию естественных монополий. Для федерального уровня управления – это Федеральная энергетическая комиссия (ФЭК), для субъектов Российской Федерации – Региональная энергетическая комиссия (РЭК).

Цели государственного регулирования тарифов следующие: защита прав потребителей от монопольного повышения цен на продукцию и услуги естественных монополий; установление экономически обоснованных тарифов, обеспечивающих покрытие затрат энергоснабжающих организаций по производству, передаче и распределению электрической и тепловой энергии; своевременный пересмотр и изменение тарифов на электрическую и тепловую энергию и тарифов на услуги на потребительском рынке энергии; дифференцирование тарифов для различных категорий и групп потребителей.

Становление рынка энергии в России происходит на фоне резкого снижения экономической и инвестиционной активности, массовых неплатежей, слабости нормативно-правовой базы, появления суррогатных платежных средств.

Особенности самого товара – энергии – также накладывают особые черты на условия и характер становления рыночной энергетики. Речь идет в первую очередь о такой особенности, как взаимосвязь производство и потребления энергии. Ее невозможно произвести в количестве, большем, чем потребляется в данный момент времени. Иначе говоря, в любой электрической системе и в любой момент времени существует физический баланс производство, потребления и потерь мощности и электроэнергии. Таким образом, взаимозависимость производство и потребления определяет, с одной стороны, стабильность отношений, а с другой – монополизм производство.

Другая особенность и специфичность электроэнергии как товара состоит в существенной неравномерности производительности и электропотребления на суточном, недельном, месячном и годовом интервалах времени, что требует создания и поддержания значительных резервов мощности в производственном и транспортном звеньях. Неравномерность производительности делает необходимым учет в качестве товарного параметра не только объема электропотребления, но его режи-

мов, так как она вызывает неравномерность текущих затрат, себестоимости электроэнергии и затрат на поддержание резервов.

Совместная выработка электрической и тепловой энергии на тепловых электростанциях приводит к определенным проблемам распределения общих затрат между двумя видами продукции, с одной стороны, и неравномерности отпуска каждого продукта во времени - с другой.

Не менее специфичны проблемы качества энергии как товара. Показатели качества электроэнергии, как известно, формируются во взаимодействии электромагнитных процессов в оборудовании электрических станций, электрических сетей и электроустановок потребителей. Поэтому качество электроэнергии в одинаковой степени зависит от качества работы оборудования энергоснабжающей организации и потребителя (рис.8.3-8.6).

С качеством тепловой энергии дело обстоит еще сложнее. Сегодня отсутствуют государственные нормативы качества тепловой энергии.

Взаимоотношения потребителей и энергоснабжающих организаций регулируются на основе договоров на пользование энергией по правилам, разрабатываемым и утверждаемым органами государственной власти. Расчет, регулирование и утверждение цен (тарифов) на рынке электрической и тепловой энергии осуществляется органами государственной власти в лице федеральной и региональной энергетических комиссий.

Нормативно-правовой основой для разработки и утверждения тарифов являются:

- Федеральный Закон “О государственном регулировании тарифов на электрическую и тепловую энергию в Российской Федерации”, № 41-ФЗ от 14.04.95 г.
- Постановление Правительства Российской Федерации “Об основах ценообразования и порядке государственного регулирования и применения тарифов на электрическую и тепловую энергию”, № 121 от 04.02.97 г.
- «Порядок утверждения и применения тарифов на электрическую и тепловую энергию в Российской Федерации» (04.02.97 г.).
- «Методические указания о порядке расчета тарифов на электрическую и тепловую энергию на потребительском рынке» (16.04.1999 г.).

Технологической основой расчетов по обоснованию и регулированию тарифов является баланс электрической энергии и тепловой энергии энергоснабжающей организации. Сам расчет тарифов исходит из принципа покрытия обоснованных затрат. Тариф (цена) складывается из суммы себестоимости и нормативной прибыли:

$$Ц = З + П.$$

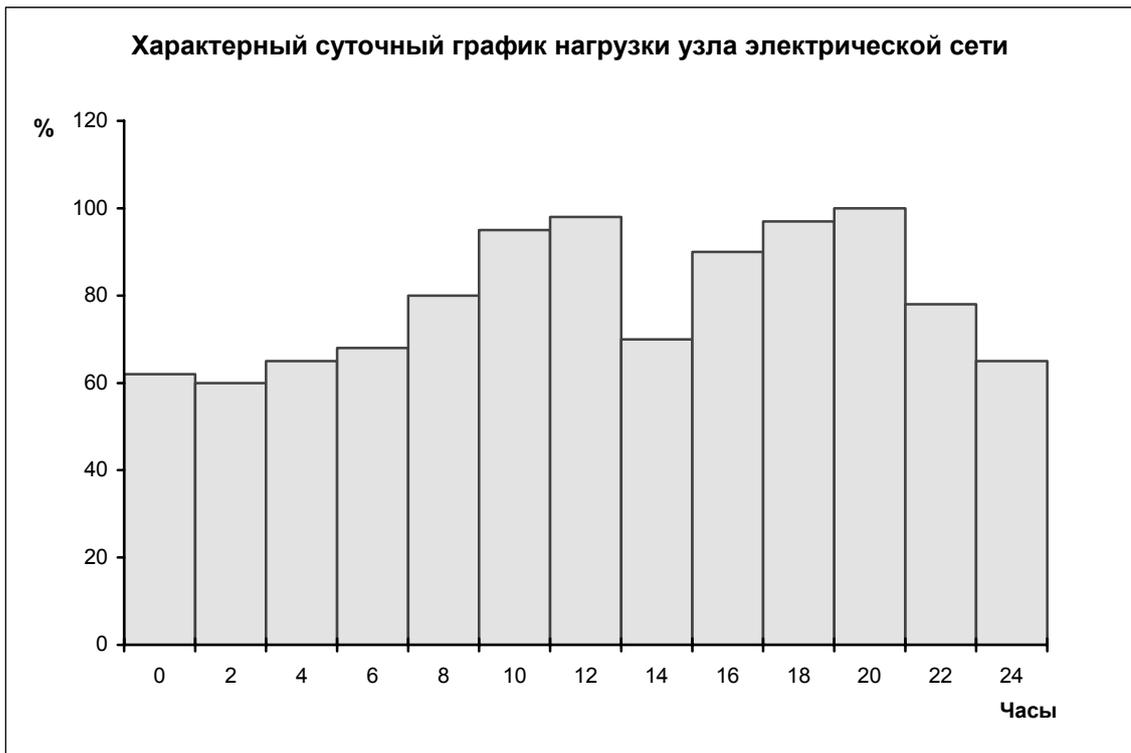


Рис.8.3

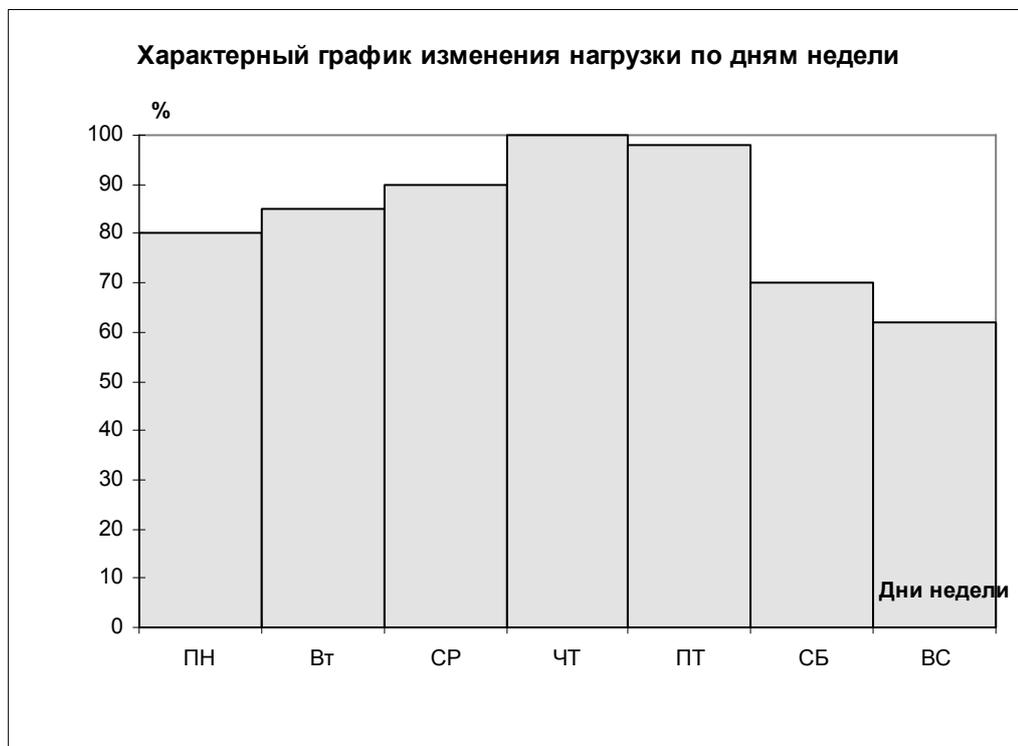


Рис. 8.4

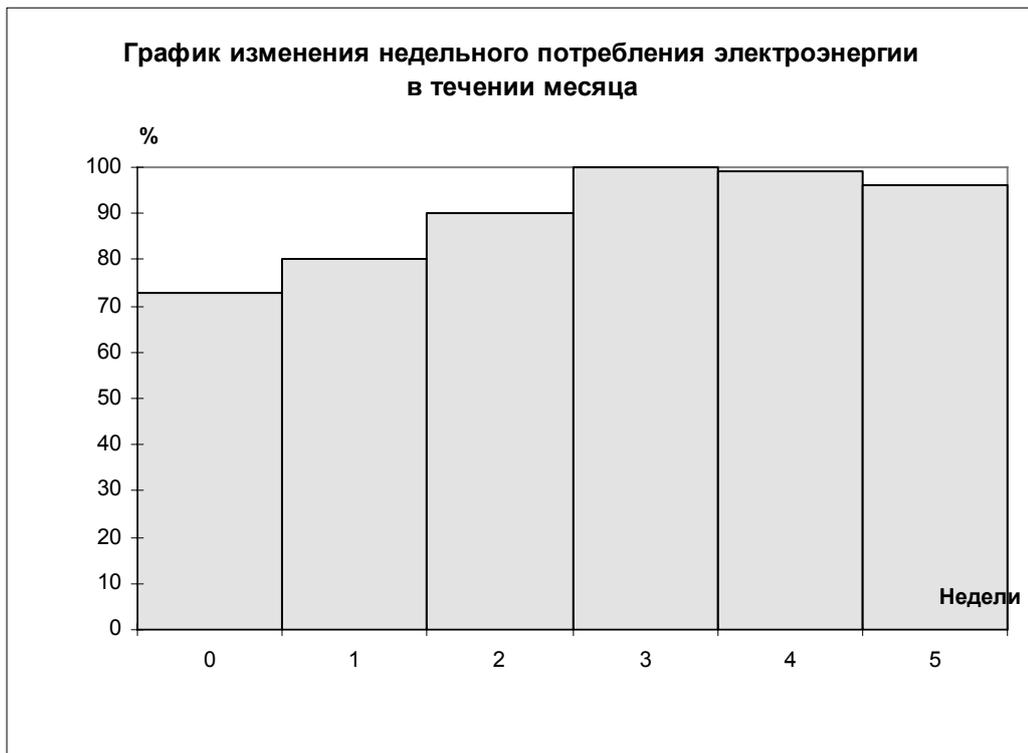


Рис. 8.5

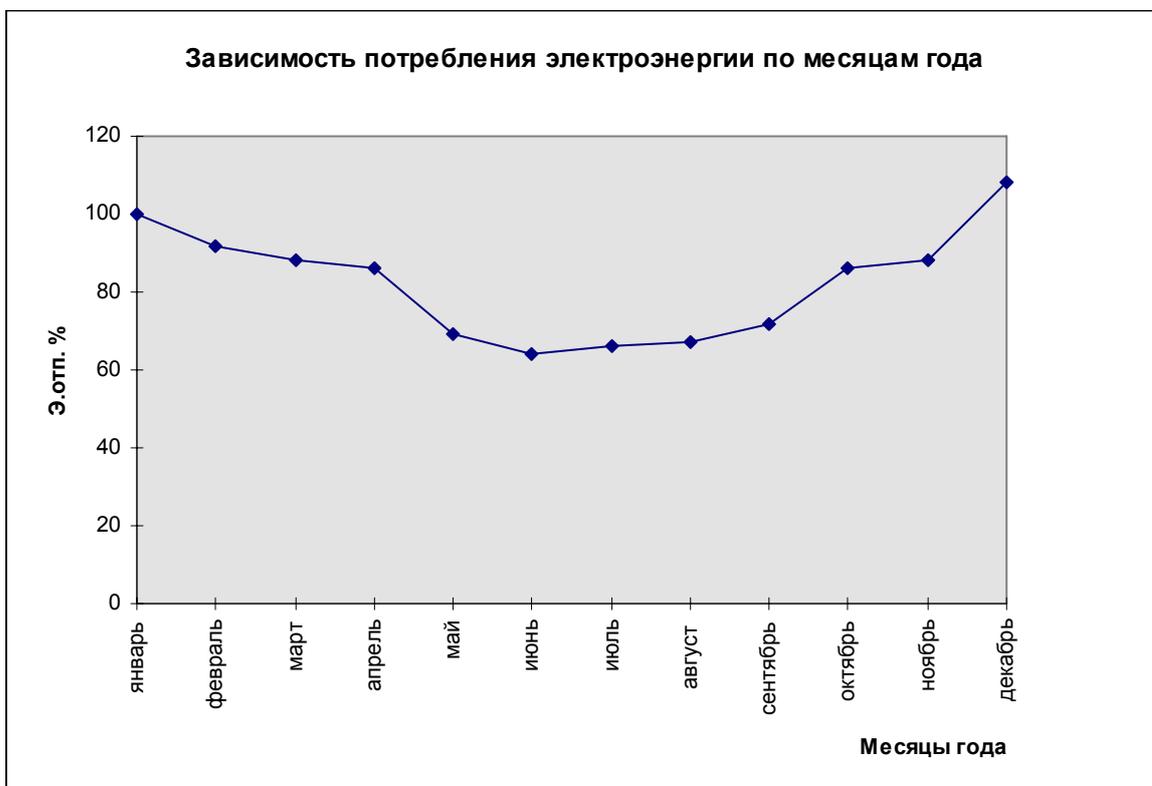


Рис. 8.6

На себестоимость продукции (работ, услуг) могут быть отнесены следующие составляющие затрат:

- стоимость сырья, основных и вспомогательных материалов, запасные части для ремонта оборудования - исходя из действующих и прогнозируемых норм на период регулирования цен на сырье и материалы;

- работы и услуги производственного характера - в соответствии с необходимостью проведения регламентных работ и их стоимости;

- топливо на технологические цели при производстве электрической и тепловой энергии на тепловых электростанциях - в соответствии с утвержденными нормами удельных расходов топлива при производстве электрической и тепловой энергии, прогнозируемыми ценами на топливо и тарифами на его перевозку;

- топливо всех видов на иные технологические цели - отопление зданий, обслуживание производство транспортом и т.п. - в соответствии с действующими нормами и прогнозируемыми ценами;

- покупная энергия всех видов:

- электроэнергия, приобретаемая на оптовом рынке или от других производителей;

- электроэнергия на технологические цели, тепловая энергия от сторонних производителей тепла;

- электрическая и тепловая энергия, приобретаемая на хозяйственные (производственные) нужды, - исходя из планируемых объемов и утвержденных балансов и тарифов, прогнозируемых на период регулирования;

- затраты на оплату труда персонала, занятого в основной деятельности, - в соответствии с отраслевым тарифным соглашением:

- отчисления на социальные нужды;

- социальное страхование;

- отчисления в Фонд занятости;

- медицинское страхование;

- Пенсионный фонд;

- другие отчисления, предусмотренные действующим законодательством;

- амортизация основных фондов в соответствии с нормами амортизационных отчислений, утвержденными в установленном порядке;

- прочие затраты:

- целевые средства организаций для проведения НИР и другие средства - в порядке, устанавливаемом Правительством РФ;

- плата за предельно допустимые выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду - в соответствии с действующими нормативами;

- уплата процентов по полученным кредитам и бюджетным ссудам - в установленном порядке;
- затраты на подготовку и переподготовку кадров;
- амортизация по нематериальным активам - в соответствии с нормативами;
- абонентная плата за услуги РАО «ЕЭС России»;
- непроизводственные расходы, налоги и другие обязательные сборы, отчисления и платежи, относимые на себестоимость в соответствии с правовыми актами Российской Федерации;
- финансирование мероприятий по социальной защите населения, проживающего на территориях, прилегающих к особо опасным объектам;
- другие затраты, относимые на себестоимость - в соответствии с действующим законодательством.

Основные составляющие средств из прибыли направляются на:

- развитие производство, включая капитальные вложения, - в соответствии с программой производственного развития, согласованной в установленном порядке;
- социальное развитие, включая капитальные вложения и фонд потребления;
- дивиденды по акциям;
- налоги, уплачиваемых за счет прибыли, - в соответствии с налоговым законодательством;
- расходов на прочие цели, включая платежи за превышение предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ, уплату процентов по кредитам и ссудам, отчисления из прибыли в резервные и другие фонды - в соответствии с законодательством РФ.

Пересмотр, изменение тарифов на электрическую и тепловую энергию или услуги на энергетическом рынке осуществляется при любом из следующих условий:

- изменения затрат на производство и передачу электрической и тепловой энергии более чем на 2%, вызванного изменением баланса энергии, ростом цен на топливо, оборудование, другие материальные ресурсы или пересмотром условий тарифного соглашения по зарплате;
- изменения перечня и размера установленных нормативными актами Российской Федерации и субъектов Федерации обязательных отчислений и платежей;
- изменений процентной ставки Центрального банка России и коммерческих банков по долгосрочным кредитам на внутреннем рынке более чем на 3 %;

- наступления маловероятного события, оказавшего существенное воздействие на состояние энергоснабжающей организации (форс-мажорные обстоятельства).

Регулирование тарифов на электрическую и тепловую энергию может инициироваться энергоснабжающей организацией или региональной энергетической комиссией. В любом случае внесение предложений, их рассмотрение и принятие решений осуществляется в соответствии с порядком, утвержденным Правительством России. Региональные энергетические комиссии несут юридическую ответственность за экономическую обоснованность величин принимаемых тарифов, за своевременность их принятия, а также за разглашение сведений, составляющих коммерческую тайну.

Опыт рыночного регулирования тарифов на электрическую и тепловую энергию и услуги на энергетическом рынке в Российской Федерации невелик. Технология расчета и установления тарифов требует дальнейшего совершенствования. Однако сам подход безусловно оправдан. Он препятствует необоснованному монопольному увеличению, но, одновременно, не способствует сокращению затрат на производство и передачу энергии, энергосбережения.

Динамика среднего фактического тарифа по ЕЭС России представлена на рис. 8.7.



Рис. 8.7

Интенсивный рост среднего по России тарифа происходил в период 1994-1996 годов. Одновременно с этим инфляция в стране сделала невозможным прямое сравнение цен. Изменения тарифов на элек-

троэнергию в твердой валюте - долларах США - по действующему в соответствующий момент времени курсу представлены на рис.8.8.



Рис. 8.8

Таким образом, средний тариф по России к 1998 году по сравнению с 1990 годом вырос на 12%. За восемь лет в среднем он возрос менее чем на 2 % в год. Это меньше, чем в большинстве капиталистических стран, в частности, в США. Поэтому широко распространенное мнение о значительном росте энергетических тарифов в России просто не имеет под собой почвы.

В энергозонах России средние тарифы отличаются весьма значительно. Так, в июне 1997 года отношение максимального тарифа к минимальному составило 3,1 раза.

Наиболее высоким тариф был и остается в энергозоне Восток - 402 руб./кВтч. Наиболее низкий - ОЭС Сибири - 129 руб./кВтч. Средний по ЕЭС тариф составил 223 руб./кВтч. При этом тарифы на Урале и Северо-Западе находятся на уровне среднего по ЕЭС (рис. 8.9).



Рис. 8.9.

Таблица 8.1

Цены на электроэнергию в промышленности в странах мира (цент/кВтч)

	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>
Россия	3.02	4.10	4.19
Норвегия	-	4.5	3.97
Швеция	4.6	-	4.08
США	4.7	-	-
Финляндия	-	4.8	4.24
Греция	-	5.8	5.16
Франция	6.5	-	5.71
Нидерланды	-	6.5	5.73
Великобритания	6.8	-	7.17
Ирландия	7.2	-	6.4
Португалия	7.2	-	6.36
Испания	-	7.7	6.77
Дания	7.8	-	5.60
Бельгия	7.8	-	5.81
Италия	-	8.5	7.48
Австрия	9.3	-	8.23
Германия	10.1	-	8.09
Япония	18.5	-	-
ОЭСР	8.1	-	6.5

Для разных групп потребителей в России (1998 г.) установлены существенно разные тарифы. Наиболее высокий - 365 руб./кВтч - у непромышленных потребителей, а наиболее низкий - 99 руб./кВтч - у населения. Дифференцирование тарифов для разных групп потребителей - давняя традиция в России.

Тарифы на электроэнергию в России существенно ниже и всегда оставались ниже, чем в промышленно развитых странах. Так, средний тариф по Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) составил 7,9 цент/кВтч. (табл. 8.1).

Распределение среднего тарифа по группам потребителей представлено на следующей диаграмме (рис.8.10).

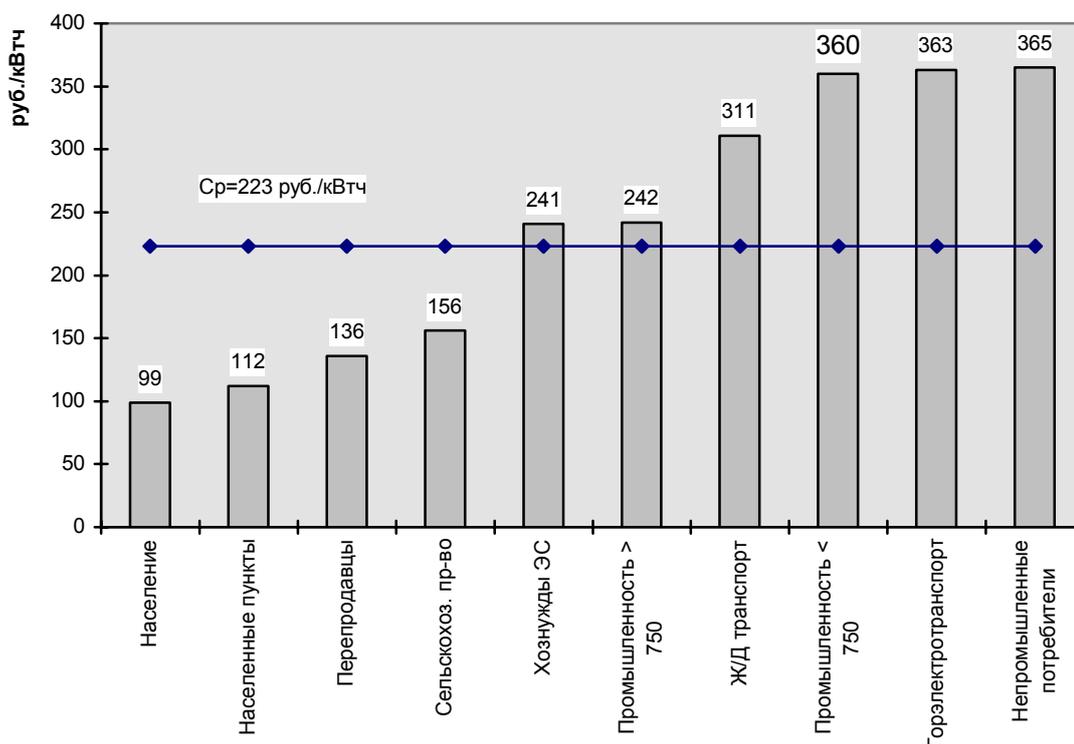


Рис. 8.10.

Уровень тарифов для населения в 1990 году в СССР так же, как и в других странах, был в 1.5-2 раза выше тарифов для промышленных потребителей. В настоящее время тариф для населения в Российской Федерации ниже тарифа для промышленности в 2.4 раза при среднем тарифе для населения (1995 год) по странам ОЭСР 8.7 цент/кВтч, в России в июне 1997 года средний тариф для населения составил 1.71 цент/кВтч. При этом еще не учтены многие льготы по оплате электроэнергии населением, введенные в разное время как мера социальной поддержки (табл. 8.2).

Соотношение цен на электроэнергию в быту в некоторых странах мира  
(цент/кВтч)

	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>
Россия	0.88	1.33	1.71
США	8.4	8.4	-
Финляндия	10.4	12.5	9.17
Греция	11.7	12.6	10.37
Франция	15.9	21.4	14.06
Нидерланды	15.5	17.1	13.72
Великобритания	12.4	14.8	14.65
Ирландия	15.2	13.7	13.41
Португалия	-	19.2	16.14
Испания	-	20.2	16.22
Дания	21.4	22	18.89
Бельгия	21.9	24	19.36
Италия	28.8	19.2	25.42
Австрия	18.9	19.9	16.75
Германия	20.8	22	18.38
Япония	26.9	24	-
ОЭСР	11.7	17.87	14.5

### Вопросы для самопроверки

1. Зачем приватизируют естественные монополии?
2. Что означает государственное регулирование на энергетическом рынке?
3. Назовите субъектов энергетического рынка.
4. Какие Вы знаете права потребителей на рынке? Как они обеспечиваются?
5. Как обеспечивается право доступа независимых производителей на энергетический рынок?
6. В чем состоят цели для государственного регулирования тарифов в электроэнергетике?
7. Назовите основные составляющие затрат в себестоимости электроэнергии.
8. Какие затраты допускается относить на прибыль организации?
9. Как изменялись средние тарифы на электроэнергию во времени?
10. С какой целью дифференцируются тарифы по группам потребителей?
11. Сравните тарифы на электроэнергию в России с тарифами в других странах.

## Глава 9. Энергосбережение в системах освещения

Энергосбережение в осветительных установках (ОУ) представляет собой комплексную задачу, предусматривающую снижение затрат в ОУ и определяющую срок окупаемости затрат на новую или переоборудованную осветительную систему. В конечном счете эффективность ОУ определяется стоимостью световой энергии, вырабатываемой за срок службы ОУ и в значительной степени зависящей от затрат на оплату электрической энергии (далее – ЭЭ). Структура стоимостных показателей ОУ складывается следующим образом:

- капитальные затраты на осветительные приборы (далее – ОП) и источники света (далее - ИС) 10–5%;
- затраты на монтаж и обслуживание ОП 15 %;
- стоимость электроэнергии 70–75 %.

Поскольку потери от ухудшения условий освещения значительно превосходят стоимость сэкономленной электроэнергии, эффективной следует считать такую ОУ, которая создает высококачественное освещение и сохраняет свои характеристики на протяжении длительной работы при наименьших капитальных и эксплуатационных затратах, в том числе при минимальном энергопотреблении.

### Составляющие эффективности ОУ:

- световая отдача ИС и их срок службы;
- светотехнические и энергетические параметры ОП;
- стабильность параметров ОП и ИС при работе их в светильнике;
- тарифы на ЭЭ;
- число часов использования ОУ в год;
- способы освещения и режимы эксплуатации ОУ;
- стоимость ламп и светильников, монтажа и обслуживания ОУ.

### 9.1. Нормирование

Важнейшей задачей является законодательное закрепление энергосберегающих требований к светотехническим изделиям и установкам в стандартах, нормах и правилах. Основными нормативными документами для проектирования и исполнения ОУ являются строительные нормы и правила (СНиП 23-05-95) и территориальные строительные нормы на освещение (ТСН). Новые энергосберегающие нормы в качестве энергетического показателя, определяющего рациональное потребление ЭЭ в системах внутреннего освещения (ВО), предлагают удельную установленную мощность ( $Вт/м^2$ ). Новые энергосберегающие нормы позволяют при их применении снизить затраты электроэнергии в ОУ зданий на 20-40 %, и их следует рассматривать как основу нормативной ба-

зы для контроля энергозатрат в ОУ на стадии экспертизы проектов. Согласно новым нормам, ОУ, проработавшие более 8 лет, должны быть реконструированы. В системах наружного освещения (НО) нормируется яркость (освещенность) полотна проезжей части дороги как светотехнический показатель ОУ. Задачи энергосбережения в НО решаются методом оптимизации совокупности характеристик и параметров ОУ.

## **9.2. Краткий обзор нормативной базы стран Европы и США**

В большинстве развитых стран приняты законодательные акты, устанавливающие светотехнические нормы, разрабатываются программы по проведению энергосберегающих мероприятий, проводятся аудиторские проверки, создаются фонды. При этом ведутся активные исследования и разработки современного светотехнического оборудования и технологии освещения, проводится информационная работа для широкого их внедрения.

Пример США показывает, что для максимального повышения эффективности энергетики требуется активное вмешательство правительства, несмотря на то, что экономика функционирует в условиях свободного рынка.

Это связано с тем, что на рынке действует множество негативных факторов:

- цены на электроэнергию не отражают ее реальной стоимости;
- в тарифах на ЭЭ не заложены экологические и другие немонетаристские аспекты;
- плохая информированность потребителя и недоступность эффективных технологий;
- недостаток инвестиционного капитала для повышения эффективности энергопотребления;
- нежелание промышленности проводить исследования и вести новые разработки, потенциальный рынок которых не исследован и не подготовлен.

В рамках Федеральной программы управления энергией (FEMP), проводимой DOE, разработана светотехническая экспертная система (FLEX), призванная помочь выбирать эффективные светотехнические технологии. Программа FEMP предусматривает обучение управляющих правительственными зданиями, консультирование проектировщиков, демонстрации новейших технологий, а также другие мероприятия, касающиеся энергосбережения.

Правительственные организации уполномочены утверждать светотехнические нормы, которые могут быть как рекомендательными, так и директивными. Они могут относиться как к отдельным технологиям, так и к функционированию энергосистемы в целом. Основным документом,

определяющим требования ко всем выпускаемым светотехническим изделиям, является введенный в 1992 году Акт по энергетической политике США (EPA Act). В нем содержатся требования к отдельным группам светотехнических изделий, а также нормы энергоэффективности ОУ в градостроительстве.

Правительство всячески поддерживает развитие энергосберегающей светотехники путем проведения масштабных акций по экономическому планированию, финансируется проведение энергетических аудиторских проверок, а также оказывается информационная и техническая поддержка.

Закон «Национальная политика США в области энергетики» (US National Energy Policy Act - EPCA 92), вступивший в силу в октябре 1992 года, затрагивает все аспекты энергоэффективности и касается всех потребителей и производителей светотехнической продукции. В частности, он устанавливает рабочие характеристики для ЛН и ЛЛ. Начиная с ноября 1995 года лампы, не удовлетворяющие этим требованиям, запрещены для производства и импорта.

Действующий стандарт (ASHRAE/IES-90.1-89 R) разработан с учетом последних достижений в области техники искусственного освещения, технических характеристик ламп и ПРА. В результате в большинстве случаев допустимое энергопотребление в помещениях и в здании в целом существенно снижено.

В пакете нормативных общеевропейских документов по ОУ наибольший интерес представляют нормы освещения рабочих мест под титулом E DIN 5035-2: 1996-06 «Прикладная светотехника-ч.2: Освещение рабочих мест». Критерии проектирования освещения, заложенные в этих нормах, учитывают требования людей к безопасности, обеспечению необходимой зрительной работоспособности и визуальному комфорту, содержат требования к искусственному освещению рабочих мест в промышленных и административных зданиях, к ОУ учебных заведений и учреждений здравоохранения, а также ОУ НО.

В количественной форме выражены требования: к уровню освещенности на рабочем месте и в его окружении; к ограничению слепящего действия; к качеству цветопередачи ИС. Вербальные рекомендации даны относительно: распределения яркостей в поле зрения; тенеобразующих свойств ОУ; цвета излучения ИС; коэффициента снижения освещенности (величина, обратная принятому в отечественной практике коэффициенту запаса); естественного освещения помещения; энергоэффективности ОУ; освещения рабочих мест с видеотерминалами.

Как видно из табл. 9.1, все разряды шкал со зрительными задачами различной степени сложности в отечественных нормах ниже, чем в зарубежных и рекомендованных Международной комиссией по освещению (МКО). Очень близки Общеевропейский стандарт, базируемый на

нормах Германии, и рекомендации МКО, совпадающие с международными стандартами. Требования к освещенности в отечественных СНиП 23-05-95 на одну ступень шкалы ниже общеевропейских рекомендаций.

*Таблица 9.1*

Сравнение требований норм освещенности (лк) по отечественным и зарубежным нормативным документам

Требования к зрительной задаче	СНиП 23-05-95 (Россия)	Публикации МКО №29, международный стандарт ISO 8995, 1989 г.	DIN 5035 (Германия) Общоевропейский стандарт CEN/TC 169 WG, 1996 г.	ANSI/IESRPS3 (США), 1988 г.
Очень высокие	400-500-600	500-750-1000	750	1000-1500-2000
Высокие	200-300-400	300-500-750	500	500-750-1000
Средние	100-150-200	200-300-500	300	200-300-500
Низкие	-	100-150-200	200	100-150-200
Ориентировка в пространстве интерьера	50-75-100	50-100-150	100-150	50-75-100
Ориентировка в зонах интерьера	20-30-50	20-30-50	20-30-50	20-30-50

Помимо норм искусственного освещения, в зарубежной практике (США, Швеция, Нидерланды) появились стандарты по энергосбережению, где критерием оценки рационального энергопотребления в ОУ является предельно допустимая мощность. Законодательное введение ограничений максимальных значений удельной мощности стимулирует использование наиболее эффективных источников света, световых приборов и методов освещения, а также контроля и управления освещением.

### **9.3. Нормирование внутреннего освещения**

Эффективной следует считать такую ОУ, которая создает высококачественное освещение и сохраняет свои характеристики на протяжении длительной работы при наименьших капитальных и эксплуатационных затратах, в том числе при минимальном энергопотреблении.

Нормативные данные по использованию ЭЭ на цели освещения позволяют рассчитать минимально необходимое потребление ЭЭ при достижении нормируемой освещенности для данного типа помещений и рода зрительной работы и сравнить с фактическими затратами. Получение нормативных данных предусматривает применение комплекса критериев рациональной организации систем освещения и энергосбереже-

ния, основными из которых являются нормативные данные по уровню освещенности и удельной установленной мощности.

Нормирование по уровню освещенности производственных помещений и мест общественного пользования производится в соответствии с требованиями СНиП 23-05-95, предусматривающими соблюдение санитарных норм при организации искусственного освещения рабочих мест.

Вновь создаваемые и реконструируемые ОУ должны соответствовать требованиям энергосберегающих норм. В качестве энергетического показателя, определяющего рациональное потребление ЭЭ на цели освещения, должна использоваться удельная установленная мощность ( $W$ , Вт/м<sup>2</sup>) общего искусственного освещения помещений. Удельная установленная мощность является основой нормативной базы для контроля энергозатрат в ОУ при проведении энергетического обследования объектов и на стадии экспертизы проектов.

Удельная установленная мощность  $W$  общего искусственного освещения общественных, жилых помещений, а также помещений объектов городского хозяйства не должна превышать максимально допустимые значения, нормируемые территориальными строительными нормами (ТСН).

Удельная установленная мощность общего искусственного освещения общественных, административных и вспомогательных помещений, а также помещений объектов коммунального назначения при выполнении норм освещенности определяется с учетом требований СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» (табл. 9.2).

Таблица 9.2

Базовые значения удельной мощности общего освещения

Высота, м	Площадь помещения, м <sup>2</sup>	W, Вт/м <sup>2</sup>	Высота, м	Площадь помещения, м <sup>2</sup>	W, Вт/м <sup>2</sup>
1	2	3	1	2	3
Менее 3	менее 15	4,9	от 4 до 6	от 25 до 35	6,0
	от 15 до 25	4,1		от 35 до 50	4,9
	от 25 до 50	3,6		от 50 до 80	3,8
	от 50 до 150	3,0		от 80 до 150	3,4
	от 150 до 300	2,7		от 150 до 400	2,9
	свыше 300	2,5		свыше 400	2,4
от 3 до 4	от 15 до 20	6,0	от 6 до 8	от 50 до 65	6,0
	от 20 до 30	4,8		от 65 до 90	5,0
	от 30 до 50	3,9		от 90 до 135	4,1
	от 50 до 120	3,5		от 135 до 250	3,5
	от 120 до 300	3,0		от 250 до 500	3,1
	свыше 300	2,5		свыше 500	2,4

Нормативные данные, полученные в результате энергетического обследования и оценки уровня организации и технического состояния ОУ, по уровню освещенности и удельной установленной мощности являются основными для определения энергоэффективности ОУ. Расчет возможной экономии ЭЭ на освещение и рекомендации по энергосбережению в ОУ разрабатываются по следующим показателям ОУ и ее составляющих компонентов: по экономичности источников света; по экономичности пускорегулирующей аппаратуры; по типовым конструктивно - светотехническим схемам и эксплуатационным группам осветительных приборов (ОП); по системам освещения, соотношению общего и местного освещения; по системам автоматического управления освещением в зависимости от уровня естественной освещенности и площади производственных помещений; по соблюдению регламента эксплуатации ОУ.

#### 9.4. Источники света

Энергетическая эффективность и срок службы источников света различаются значительно. Например, за период своей работы разрядные лампы (РЛ) вырабатывают в 50 - 100 раз больше световой энергии на 1 условный ватт потребляемой мощности по сравнению с лампами накаливания. Возможная экономия ЭЭ, которая может быть получена в ОУ за счет замены неэффективных ИС на энергоэкономичные при сохранении нормируемых уровней освещенности (потенциал экономии ЭЭ), приведена в табл. 9.3.

В новых и реконструируемых ОУ целесообразно использовать энергоэкономичные ИС, производство которых за последнее десятилетие освоено во всех технически развитых странах мира. В первую очередь необходимо рассматривать проекты, предусматривающие замену ЛН в ОУ общественных и производственных помещений на ЛЛ, и применение в ОУ энергоэкономичных ЛЛ мощностью 18, 36 и 58 Вт в колбе диаметром 26 мм вместо традиционных ламп мощностью 20, 40 и 65 в колбе диаметром 38 мм.

Таблица 9.3

Возможная экономия ЭЭ при переходе на энергоэкономичные ИС

В результате замены:	Средняя экономия ЭЭ, %
ЛН на КЛЛ	60 - 80
ЛН* на ЛЛ	40 - 54
ЛН* на ДРЛ	41 - 47
ЛН* на МГЛ	54 - 65
ЛН* на НЛВД	57 - 71
ЛЛ на МГЛ	20 - 23
ДРЛ на МГЛ	30 - 40
ДРЛ на НЛВД	38 - 50

Основным типом ИС, с которым сегодня связываются надежды и планы энергосбережения в ОУ внутреннего освещения и прежде всего жилья, являются КЛЛ.

*\* При снижении нормированной освещенности для ЛН на одну ступень в соответствии с действующими нормами освещения.*

Эти лампы во многих случаях могут напрямую заменять ЛН, генерируя за свой срок службы в 40-50 раз большую световую энергию. КЛЛ, имеющие в 8-10 раз больший срок службы, в 5 раз большую световую отдачу по сравнению с ЛН и удовлетворительное качество цветопередачи, являются альтернативой лампам накаливания в ОУ жилого сектора, коммерческих и общественно-административных зданиях. Малые размеры КЛЛ, встроенные в цоколь малогабаритные ЭПРА и стандартный резьбовой цоколь (E14, E14, B22) обеспечивают возможность прямой замены ЛН мощностью от 25 до 100 Вт в существующих светильниках. Применение КЛЛ может быть наиболее эффективным именно в тех видах ОУ, где наиболее массовыми ИС являются ЛН, например, в жилом секторе.

Важно отметить также экологическое значение КЛЛ, т.к. одна такая лампа мощностью 18 Вт за свой срок службы позволяет уменьшить в 2 раза выбросы в атмосферу диоксида углерода и на 7.5 кг - диоксида серы. Собственное содержание ртути в КЛЛ практически не представляет угрозы для окружающей среды. Немаловажно также и то, что КЛЛ надо менять не каждые 8-10 мес., а раз примерно в 9-10 лет.

По перспективным оценкам в масштабе стран Западной Европы замена ЛН в 10 % ОУ жилых и 25 % административных помещений на экономичные ЛЛ даст экономию ЭЭ  $15 \cdot 10^6$  кВт/ч в год, что эквивалентно экономии  $4 \cdot 10^9$  м<sup>3</sup> природного газа, или  $3 \cdot 10^6$  тонн нефти, или  $4 \cdot 10^6$  тонн угля. В помещениях с тяжелыми условиями среды целесообразно использовать разрядные лампы высокого давления взамен ЛН, например лампы типа МГЛ или НЛВД.

### **9.5. Пускорегулирующие аппараты**

Экономичность ОУ необходимо рассматривать с учетом характеристик пускорегулирующей аппаратуры (ПРА). Потребляемая мощность ОУ с разрядными лампами складывается из мощности, потребляемой самой лампой  $P_{л}$ , и мощности, теряемой в ПРА (балласте)  $P_{б}$ :

$$P_{ОУ} = P_{л} + P_{б}.$$

В этой связи мощность, теряемую в ПРА, можно рассматривать как резерв повышения КПД ОУ. Активные потери в стандартных электромагнитных ПРА могут достигать 25 % мощности, потребляемой ОУ, потери в электронных высокочастотных ПРА (ЭПРА) не превышают 10%.

Обычные электромагнитные ПРА, широко используемые в настоящее время, обладают высоким нагревом и большими потерями мощности. Альтернативой им являются высокочастотные ЭПРА, при использовании которых в ОП повышаются качественные показатели освещения: исключается пульсация светового потока ЛЛ; предотвращается возникновение стробоскопического эффекта; создается благоприятный режим зажигания ЛЛ и повышается ее срок службы; в пусковом режиме отсутствуют мигания ЛЛ и акустические шумы; осуществляется автоматическое отключение ламп в конце их срока службы, а также дефектных ламп.

Стандартные электромагнитные ПРА экономически целесообразно использовать в относительно недорогих светильниках, в ОУ с малым временем эксплуатации в течение года. В ОУ с годовой наработкой более 2000 ч., укомплектованных относительно дорогими светильниками преимущественно с зеркальными оптическими элементами, экономически целесообразно использовать электромагнитные ПРА с пониженными потерями и ЭПРА. Применение ЭПРА эффективно в ОУ, оснащенных системами автоматического управления освещением.

Снижение потребления ЭЭ при использовании экономичных ПРА в светильниках со стандартными ЛЛ и КЛЛ составляет: для ПРА с пониженными потерями – 6-26 %; ЭПРА - 14-55%.

## **9.6. Осветительные приборы**

Выбор типа осветительного прибора (ОП) должен производиться по типовым конструктивно-светотехническим схемам и эксплуатационным группам. В качестве одного из основных светотехнических параметров ОП являются кривые силы света (КСС), характеризующие распределение светового потока ОП в пространстве.

Эффективность использования той или иной КСС определяется возможностью достижения необходимого уровня освещенности при нормированной неравномерности и зависит от соотношения  $L/H$ , где  $L$  - расстояние между ОП,  $H$  - высота расположения ОП над расчетной поверхностью. Оптимальный выбор ОП позволяет получить экономию ЭЭ при обеспечении качественного освещения на уровне 14-40 %.

Усиление внимания к экономичности освещения сопровождается повышением требований к светильникам. Широкое распространение нашли светильники с экранирующими решетками и зеркальными отражателями, обеспечивающие высокий КПД (до 95 %) и зрительный комфорт. Применение молочных рассеивателей приводит к значительному снижению КПД светильника. Поэтому широкое распространение нашли светильники с экранирующими решетками. Их КПД достигает 70 % и выше. Интересно отметить, что различия значений КПД светильников с белой и зеркальной решетками невелики. Например, светильники

2×36 Вт с белой решеткой имеют КПД 64%, с матовой решеткой-68 %, а светильник с параболической зеркальной решеткой для помещений, где работают с компьютерами, - 60 %. Следовательно, светильники со специальной зеркальной алюминиевой решеткой из-за их более высокой стоимости целесообразно применять только в тех случаях, когда они предусмотрены нормами: в помещениях, где есть компьютеры; в тех установках, где необходимо устранить прямое слепящее действие.

Применение системы регулирования может обеспечить экономию ЭЭ до 70 %. Такая большая экономия ЭЭ может быть обусловлена как высоким КПД, с которым работает лампа, так и минимальными потерями мощности в электронных компонентах системы, регулированием яркости ИС в зависимости от уровня естественного освещения и применением датчиков присутствия.

### **9.7. Наружное освещение**

Основной задачей наружного утилитарного освещения (НО) городов и других населенных пунктов, дорог, автострад является обеспечение безопасности движения механизированного транспорта и пешеходов в темное время суток.

Установки стационарного освещения улиц, дорог, автострад и т.п. предназначены создавать необходимые условия для работоспособности зрительного аппарата у водителей механизированного транспорта и пешеходов, обеспечивающие своевременное обнаружение препятствий. При этом пешеход должен иметь возможность различать неровности тротуара и мостовой, видеть ограждения и распознавать встречных людей. Ввиду небольшой скорости движения пешеходов достаточно, чтобы они различали препятствия с расстояния в несколько метров. Водитель транспорта ввиду значительно большей скорости движения должен различать препятствия на расстоянии в несколько десятков метров. При нормировании наружного освещения необходимо в первую очередь исходить из условий обеспечения видимости и изменения работоспособности зрительного анализатора водителей транспорта. Для учета всех факторов, осложняющих условия работы водителей транспорта, для ОУ НО нормируется яркость дорожных покрытий, которая однозначно определяет уровень критической видимости (видимость объекта, при которой этот объект уверенно обнаруживается водителем с вероятностью 0,99, с учетом ограниченного времени обнаружения препятствия). Фотометрической характеристикой, определяющей уровень видимости объектов, является яркость дорожного покрытия. Яркостные параметры основных дорожных покрытий (асфальт, бетон и т.д.) зависят от углов падения световых лучей, от состояния поверхности, степени ее влажности, времени эксплуатации и т.д. В связи с этим яркость покрытия связана с ее освещенностью не прямой зависимостью, что не позволяет проводить

нормирование по освещенности. Однако в случае простейших покрытий (грунтовые дороги, щебень и т.д.), имеющих диффузное отражение, может быть использован метод нормирования по освещенности.

Освещение улиц, дорог и площадей с регулярным транспортным движением в городских поселениях следует проектировать исходя из нормы средней яркости усовершенствованных покрытий. Освещение улиц, дорог и площадей городских поселений, расположенных в Северной строительной-климатической зоне азиатской части РФ и севернее 66° северной широты в европейской части РФ, следует проектировать исходя из средней горизонтальной освещенности покрытий проезжей части.

Получение нормативных данных при проведении энергетических обследований ОУ НО предусматривает контроль следующих параметров, характеризующих качественные показатели ОУ и обеспечивающих достижение нормируемых показателей НО: средней яркости (освещенности) покрытия в зависимости от категории объекта; равномерности распределения яркости (освещенности) покрытия; ограничения ослепления.

Приведенные выше нормативные данные, полученные в результате энергетического обследования, позволяют дать качественную характеристику ОУ и ее соответствие СНиП. Однако они не являются достаточными для оценки энергоэффективности ОУ. Рекомендации по энергосбережению в ОУ НО разрабатываются с учетом комплекса показателей организации и исполнения ОУ и фактически представляют собой оптимизацию ОУ по критерию «энергоэкономичность». Вот составляющие энергоэкономичности ОУ: КПД ИС (световая отдача лампы); КПД и КСС ОП; техническое исполнение ОУ, устанавливающее отношения между световым потоком, высотой и шагом осветительных опор, параметрами проезжей части; время эксплуатации ОУ в течение суток; техническое состояние ОП; соблюдение регламента обслуживания ОУ; качество электрической энергии в сетях ОУ.

Стоимость ЭЭ составляет главную часть затрат на оборудование и эксплуатацию установок НО и определяется преимущественно световой отдачей ИС, рациональным распределением светового потока лампы, задаваемым оптической системой ОП, сроком службы и стоимостью ИС. Характеристики основных типов ИС и возможная экономия ЭЭ при переходе на энергоэкономичные ИС приведены в таблице 9.3. Для НО применяется широкая номенклатура ИС: ЛН, ГЛН, ДРЛ, МГЛ, НЛВД, ДКСТ.

Выбор ИС для ОУ НО основан главным образом на выполнении светотехнических требований СНиП 23-05-95, экономичности ОУ и - в ряде случаев - правильной цветопередачи. Наименьшие приведенные годовые затраты при сопоставлении ИС с различной световой отдачей, стоимостью и сроком службы, с учетом стоимости светильников, при

обеспечении нормируемого уровня яркости (освещенности) дорожного покрытия соответствуют ОУ с НЛВД. В этой связи при проектировании установок НО следует отдавать предпочтение НЛВД, которые в системе утилитарного наружного освещения являются безальтернативными ИС с позиций энергоэффективности и которые должны вытеснить менее эффективные лампы типа ДРЛ в ОУ НО.

В заключение данного раздела отметим, что использование полного комплекса мероприятий по совершенствованию ОУ, современного светотехнического оборудования и энергоэкономичных способов освещения позволяет получить суммарную экономию ЭЭ до 20-70 %.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Основные технические и организационные составляющие энергосбережения в осветительных установках.
2. Перспективные ИС для внутреннего и наружного освещения.
3. Показатели осветительных приборов (ОП), определяющие их вклад в энергосбережение в осветительных установках (ОУ).
4. Влияние старения конструктивных элементов ОП на эффективность ОУ.
5. Задачи энергетического обследования осветительных установок и экспертизы проектов освещения с позиций энергосбережения.
6. Основные составляющие энергосбережения в системах наружного освещения.

## **Глава 10. Энергосбережение в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве**

### **10.1. Объемы потребления тепловой энергии в зданиях**

В существующих зданиях расходы тепловой энергии составляют 250–600 кВт.ч за отопительный период на м<sup>2</sup> отапливаемой площади в зависимости от объемно-планировочного решения дома: многоэтажный или малоэтажный, многосекционный или многоквартирный. В многоэтажных домах площадь наружных ограждающих конструкций (стен, покрытий, цокольных перекрытий), приходящихся на 1 м<sup>2</sup> полезной площади зданий, в 3-4 раза меньше, чем в одно-двухэтажных, и, соответственно, меньше тепловых потерь. В табл. 10.1 приведены фактические удельные показатели энергопотребления на отопление многоэтажных зданий в России и нормативные для Дании и Германии.

Таблица 10.1

Сопоставление удельных показателей энергопотребления  
на отопление зданий

Страна	Россия	Германия	Дания
Удельное энергопотребление, кВт.ч/м <sup>2</sup>	250-300	85	88

Следует отметить, что 20 лет назад такие страны, как Дания и Германия, находились примерно на том же уровне энергопотребления, что и бывший Советский Союз. И все же в передовых странах за прошедшие 15-20 лет произошли существенные изменения. Снижение энергопотребления достигается не только в строящихся зданиях, где ограждающие конструкции имеют повышенную теплоизоляцию в соответствии с принятыми в европейских странах в 80-90-х годах нормами, но и в существующих домах. В таблице 10.2 приведены нормативные значения сопротивлений теплопередаче стен в разные периоды в развитых странах.

Таблица 10.2

Уровень тепловой защиты зданий в разных странах

Страна	Градусо суток отопительно-го периода	Нормативное сопротивление теплопередаче наружных стен по годам, м <sup>2</sup> С/Вт			
		1960-1969	1970-1980	1980-1990	1990-2000
Финляндия	4300	0,83	0,83	1,5	2,9–3,5
Канада	5000	0,95	0,95	1,42	3,0-4,1
Швеция	4017	0,9	1,3	2,3	2,0-4,0

Программа реконструкции и модернизации зданий массовых серий осуществлялась на протяжении ряда лет во Франции и Германии. Большинство типовых многоэтажных домов в этих странах были утеплены и теплопотери снижены на 25-40 %.

Проблемы реконструкции существующих зданий очень актуальны в России. Например, в полумиллионном Томске из 8 миллионов м<sup>2</sup> общей площади жилых зданий более 3 млн. м<sup>2</sup> составляют здания, построенные в 60-70-е годы по первым типовым проектам.

Одна из проблем эксплуатации первых пятиэтажек - низкий уровень тепловой защиты ограждающих конструкций, который в сочетании с суровыми климатическими условиями приводит к большим затратам на отопление существующих зданий. Из-за высокой стоимости тепловой энергии и низких доходов населения ежегодно до 40% расходной части городского бюджета направляется на дотацию затрат жилищно-коммунальных предприятий на отопление жилых зданий.

Поэтому сегодня представляется важным направлением в сокращении неэффективных затрат на содержание существующего жилищного фонда города и для увеличения срока службы зданий первых массовых серий осуществление на основе технико-экономического обоснования поэтапной реконструкции и модернизации жилых зданий со значительным снижением (на 30-50 %) их теплопотерь.

Расход энергии (тепла, электричества) в зданиях зависит от многих различных факторов:

- климатических;
- технических;
- потребительских привычек.

К климатическим факторам относятся температура холодного периода, количество солнечной радиации, скорость ветра, количество осадков.

К техническим факторам относятся величина тепловой изоляции, тип, размер и направленность окон, объемно-планировочное решение здания, системы отопления и вентиляции, регулирование этих систем.

Термин “потребительские привычки” обозначает такие факторы, как, например, количество расходуемой горячей воды, частота открывания окон, приготовления пищи и использования света. К этим факторам относятся также люди, которые отвечают за эксплуатацию систем отопления, вентиляции и всего здания. Потребительские привычки оказывают большое влияние на расход энергии. И основной принцип воздействия на них – это стимулирование энергосбережения.

## **10.2. Тепловой баланс здания и его составляющие**

В течение отопительного периода вследствие разницы между температурой внутреннего воздуха здания и наружного воздуха происходят потери тепла:

- трансмиссионные - через наружные ограждающие конструкции;
- связанные с воздухообменом - за счет подогрева до температуры внутреннего воздуха поступающего через неплотности или открытые окна и двери холодного наружного воздуха.

Часть этих потерь восполняется за счет:

- тепlopоступления от внутренних источников (электрические, осветительные приборы, потребление горячей воды, люди и т.д.);
- воздействия солнечной радиации на здание, особенно через окна.

Остальные теплопотери должна восполнить система отопления. Тепловой баланс здания можно записать в следующем виде:

$$Q_{от} = Q_m + Q_в - (Q_{быт} - Q_{сол}) V,$$

где  $Q_{om}$  - реальное использование тепловой энергии в здании;  
 $Q_m$  - общие *теплопотери* здания через наружные ограждающие конструкции;  
 $Q_e$  - теплопотери, связанные с воздухообменом;  
 $Q_{быт}$  - теплопоступления от внутренних источников в здании;  
 $Q_{сол}$  - теплопоступления от солнечной радиации;  
 $\nu$  - коэффициент, учитывающий способность ограждающих конструкций здания аккумулировать или отдавать тепло.

Величина теплопотерь через наружные ограждения (стены, покрытия, цокольные перекрытия, окна) определяется сопротивлением теплопередаче конструкции. Нормативные требования по теплозащите ограждающих конструкций гражданских зданий в Сибири за последние 20 лет, а также фактические сопротивления теплопередаче, установленные по результатам обследований, приведены в табл. 10.3.

Исследования теплового режима зданий, проведенные в Томске, показали, что фактическая тепловая защита наружных ограждений на 15-20 % ниже нормативной. Причинами являются неучтенный фактор неоднородности конструкций в действующей методике теплотехнического расчета, часто низкое качество строительства и плохая эксплуатация зданий. Это приводит к неучтенным потерям тепла, неудовлетворительному микроклимату и снижению долговечности зданий. С 1996 года строительными нормами и правилами предусмотрено двухэтапное повышение уровня тепловой защиты ограждающих конструкций. Значения нормативных сопротивлений теплопередаче в гражданских зданиях с 2000 года приведены в табл. 10.3.

Таблица 10.3

Вид ограждающей конструкции	Нормативное сопротивление теплопередаче на период, $R_o^{TP}$ , $m^2 \cdot C/Вт$			Фактическое сопротивление теплопередаче на период, $R_o^{TP}$ , $m^2 \cdot C/Вт$
	1981	1986	2000	
<b>Общественные здания</b>				1998
Стены	0,95	1,05	3,22	0,7
Чердачные перекрытия	1,21	1,57	4,29	1,1
Окна	0,48	0,48	0,54	0,3
<b>Жилые здания</b>				
Стены	1,15	1,26	3,75	0,8
Чердачные перекрытия	1,72	2,24	5,0	1,6
Окна	0,53	0,53	0,64	0,3

Наибольшими из составляющих теплового баланса гражданских зданий являются теплопотери, связанные с воздухообменом в помещениях. Количество поступающего в помещения наружного воздуха определяется санитарными нормами и воздухопроницаемостью ограждающих конструкций, прежде всего окон.

В частности, для жилых зданий по санитарным нормам требуется поступление  $3 \text{ м}^3$  свежего воздуха на  $1 \text{ м}^2$  жилого помещения в час, а воздухопроницаемость окон не должна превышать  $6 \text{ кг/м}^2$  в час.

До 1986 года воздухопроницаемость окон допускалась до  $10 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{ч}$ . Фактическая воздухопроницаемость окон в существующих зданиях из-за отсутствия уплотнителей на притворах окон и плохого качества столярных изделий достигает  $18-20 \text{ кг/м}^3 \cdot \text{ч}$ . В результате кратность воздухообмена в помещениях квартир достигает  $21 \frac{1}{4}$  вместо  $0,8-1 \frac{1}{4}$  по нормам. В таблице 10.4 приведен расход топлива на отопление односемейного дома в зависимости от его герметичности.

Таблица 10.4

Степень герметичности здания	Кратность воздухообмена в час	Потребность топлива на отопление дома площадью $100 \text{ м}^2$ в литрах в год
Очень слабая	2	1500
Слабая	1	765
Нормальная	0,7	540
Полная	0,4	300

Все составляющие теплового баланса за отопительный сезон (234 суток) на примере жилого кирпичного трехэтажного 23-квартирного дома 1960 г. постройки с общей площадью  $1740 \text{ м}^2$  выглядят следующим образом (табл. 10.5-10.6).

Таблица 10.5

Фактическая теплоизоляция ограждающих конструкций  
(сопротивление теплопередаче)

Стены $R_{\text{стен}} = 0,95 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт}$	Чердачное перекрытие $R_{\text{черд}} = 1,0 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт}$	Цокольное перекрытие $R_{\text{цок}} = 0,7 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт}$	Окна $R_{\text{окно}} = 0,35 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт}$
--	--	---	---

Таблица 10.6

Теплопоступления и соответствующие им теплопотери

Теплопоступления от солнечной радиации 3,3%	Теплопотери через стены 26%
Теплопоступления от внутренних источников в здании 18%	Теплопотери через окна 18%
Расход условного топлива на отопление $71242 \text{ кг у.т./год}$ \ $41 \text{ кг у.т./м}^2 \text{ год}$ 78,7%	Теплопотери через крышу 11%
Загрязнение окружающей среды в результате сжигания топлива $\text{CO}_2$ 206760 кг/год $\text{CO}$ 129 кг/год $\text{SO}_2$ 337 кг/год	Теплопотери через подвал 9%
Всего теплопоступлений $541445 \text{ Вт.ч/год}$ 100%	Теплопотери на воздухообмен 36%
	Всего теплопотерь $541445 \text{ кВт.ч/год}$ 100%

После реконструкции и утепления ограждающих конструкций рассматриваемого дома в соответствии с действующими в настоящее время нормами потери тепла сократятся на 40%, изменятся соотношения тепловых потерь в тепловом балансе и уменьшится количество вредных выбросов в атмосферу (табл.10.7-10.8).

Таблица 10.7

Теплоизоляция ограждающих конструкций  
(сопротивление теплопередаче) после реконструкции

Стены $R_{стен}=3,75 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт}$	Чердачное перекрытие $R_{черд}= 5.0 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт}$	Цокольное перекрытие $R_{цок}=5.0 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт}$	Окна $R_{окно}= 0.64 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт}$
---	--	--	---

Таблица 10.8

Теплопоступления и соответствующие им теплотери

Теплопоступления от солнечной радиации 6 %	Теплотери через стены 16 %
Теплопоступления от внутренних источников в здании 19 %	Теплотери через окна 24 %
Расход условного топлива на отопление 42855 кг у.т./ год \ 24,6 кг у.т. /м <sup>2</sup> год 75 %	Теплотери через крышу 3 %
Загрязнение окружающей среды в результате сжигания топлива CO <sub>2</sub> 147667 кг/год CO 92 кг/год SO <sub>2</sub> 240 кг/год	Теплотери через подвал 2 %
Всего теплопоступлений 325700 кВт.ч/год 100 %	Теплотери на воздухообмен 55 %
	Всего теплотерь 325700 кВт.ч/год 100%

### 10.3. Пути снижения потребления энергии зданиями

Энергоэффективным является здание, в котором при проектировании, строительстве и эксплуатации осуществлено максимальное количество мероприятий, направленных на экономию топливно-энергетических ресурсов.

Основными путями экономии энергии в гражданских зданиях являются повышение тепловой эффективности строительных конструкций, архитектурно - планировочных решений, инженерных систем, использование нетрадиционных видов энергии. Повышение теплозащиты здания возможно осуществить за счет использования эффективных теплоизоляционных материалов и применения новых конструктивных решений стен, окон.

Наиболее перспективными являются двухслойные ограждающие конструкции с несущим и теплоизоляционным слоями (рис.10.1).

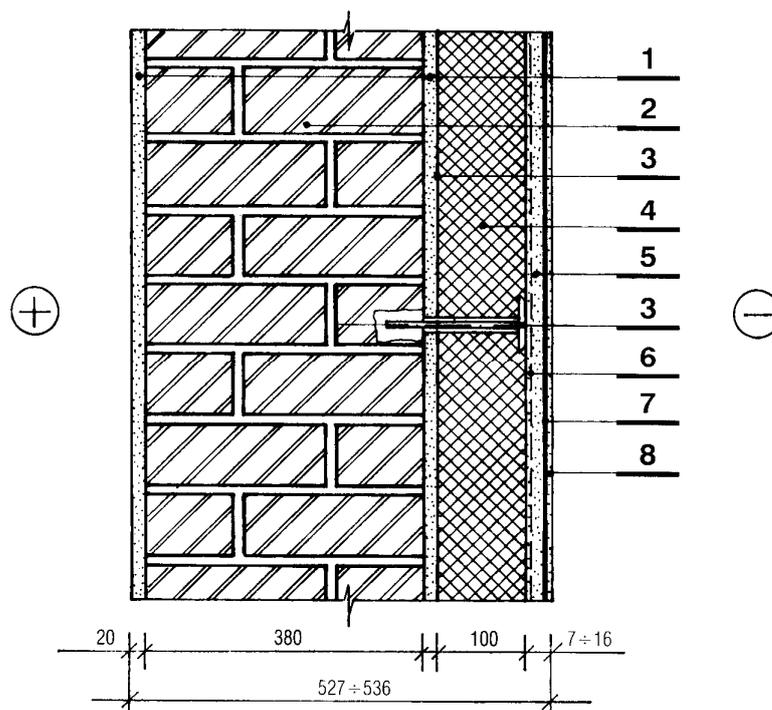


Рис. 10.1. Утепление кирпичной стены по технологии "Тех-Color"

1	Кирпичная кладка		$\delta=380$ мм
2	Внутренняя штукатурка		$\delta=15$ мм
3	Крепление термоизоляции	Клей "OK-1000 WDVS-Specialkleber, Superkleber-Armierungsmortel, шпильки 75-175 мм. Закрепляется шпильками и полимерными планками	
4	Теплоизоляция	КАМЕННАЯ БАТА «ROCKWOOL»	$\delta=100$ мм, $\rho=140$ кг/м <sup>3</sup>
5	Выравнивающий (армирующий) слой	Клей "OK" 1000 WDVS-Specialkleber, Superkleber-Armierungsmortel	Толщина слоя 3-5 мм
6	Армирующая сетка	Покрытая пластиком сетка из стекловолокна	Ячейки 4 мм
7	Грунтовка	Кварцевая (отделка декоративной штукатурки). Глубинная (для окраски)	
8	Отделка	Минеральная декоративная штукатурка Полимерная декоративная штукатурка Краска фасадная	2; 3; 6 мм. 1,5; 2; 3 мм.

Такое решение возможно как в строящихся, так и в существующих зданиях. В качестве эффективного утеплителя применяются минераловатные жесткие плиты с перпендикулярным расположением волокон и коэффициентом теплопроводности 0,043-0,06 Вт/м °С. Такой утеплитель не расслаивается, обеспечивает прочность фасадному покрытию и негорючий.

Для уменьшения теплопотерь в здании и поддержания в помещении благоприятного микроклимата необходимо особое внимание обратить на окна. Значение сопротивления теплопередаче российских окон массового производства составляет 0,42 м<sup>2</sup> °С/Вт. Помимо более низкой теплозащиты по сравнению со стенами, оконные заполнения имеют большую воздухопроницаемость. Установлено, что проникновение холодного воздуха через неплотности оконных проемов снижает их теплозащиту в среднем в два раза.

В большинстве развитых стран сопротивление теплопередаче наиболее популярных окон составляет не менее 0,65 м<sup>2</sup> °С/Вт. В последние годы в США и странах Западной Европы появились окна с сопротивлением теплопередаче 1,6- 2,0 м<sup>2</sup> °С/Вт. В 1995 г. более 60 % жилых зданий оборудовались подобными энергоэффективными окнами. Еще в 1991 г. в США было продано 26,5 млн. м<sup>2</sup> окон с теплоотражающими покрытиями.

В 1998 г. в России были изменены нормы на теплоизоляцию и воздухопроницаемость окон. Для условий Сибири сопротивление теплопередаче окон должно быть не меньше 0,64 м<sup>2</sup> °С/Вт, а воздухопроницаемость – 6 кг/м<sup>2</sup> ч.

Основным элементом энергоэффективных окон является двухкамерный стеклопакет с нанесенным на стекло теплоотражающим покрытием из оксидов серебра, олова и других металлов. Дополнительное повышение сопротивления теплопередаче на 7–15 % возможно при заполнении межстекольного пространства инертными газами. Тепловая эффективность окон во многом зависит от конфигурации оконных профилей, в которых предусмотрены места для установки современных уплотнителей, и от качества фурнитуры.

Обеспечивая герметичность окон, следует не забывать о требуемом воздухообмене. Зарубежный опыт показывает, что возможно снижение воздухообмена с целью энергосбережения без риска ухудшения качества внутреннего воздуха, увеличения его влажности до кратности 0,5-0,6 1/ч. Для обеспечения этого требования с помощью вентиляции с естественным побуждением необходимо устраивать вентиляционные клапаны в конструкции окон. Вне времени эксплуатации помещения все вентиляционные отверстия должны быть закрыты. Во время пользования помещением оно должно по потребности проветриваться, причем при современном исполнении окон частое, короткое, интенсивное про-

ветривание благоприятнее, чем слабая постоянная вентиляция через окна. При открытом окне уже за 4 минуты привносится столько свежего воздуха, сколько требуется одному человеку на 1 час.

Объемно-планировочные решения зданий оказывают существенное влияние на энергопотребление. Например, здания с широким корпусом потребляют на 15–18 % меньше энергии, чем здания с обычным корпусом. Поэтому необходимо разрабатывать объемно-планировочные решения с наименьшей площадью наружных конструкций для зданий одинакового объема. Критерием качества объемно-планировочного решения может служить расчетный показатель компактности здания. Впервые этот показатель был введен в нормирование в ФРГ в 1984 году. Показатель компактности здания определяется как отношение общей площади наружных ограждающих конструкций  $S^{нар}$  и величины отапливаемого объема  $V^{от}$ :  $k = S^{нар} / V^{от}$ . Расчетный показатель компактности здания  $k$  для жилых зданий не должен превышать следующих значений:

- 0,32 для зданий от 6 до 9 этажей;
- 0,36 для 5-этажных зданий;
- 0,54 для 3-этажных зданий;
- 1,1 для одноэтажных домов.

Одним из средств снижения энергопотребления эксплуатируемых зданий является автоматическое регулирование отпуска тепла. Особенно эффективны двухступенчатые системы регулирования. Первая ступень регулирования - автоматизация узлов тепловых вводов с использованием электронных регуляторов для систем отопления – учитывает состояние теплового режима здания в целом. Вторая ступень – индивидуальное регулирование отопительных приборов с помощью установки термостатов. Применение двухступенчатой системы регулирования позволит снизить теплопотери здания на 20-25%.

Количество тепла, поступающего от солнечной радиации на вертикальную поверхность в течение отопительного периода на широте г. Томска достигает 200 Вт/м<sup>2</sup> ч. Использование этой энергии позволит снизить затраты на отопление зданий. Например, прохождение солнечной радиации через трехслойные окна, ориентированные на юг, компенсирует теплопотери за отопительный период через эти окна таким образом, что превращает их в высокоэффективные ограждающие конструкции.

Эффективным средством снижения теплопотерь здания является остекление лоджий, устройство на фасадах здания стекол на отnose, размещение пассивных солнечных коллекторов на крышах зданий для подогрева наружного воздуха, поступающего в здание.

Большое влияние на энергосбережение в жилищно-коммунальном хозяйстве оказывает поведение жильцов и качество эксплуатации зданий. Отсутствие квартирного учета тепла, счетчиков потребления горя-

чей воды делает необязательным для многих граждан выполнение элементарных требований по сбережению энергии. По данным зарубежных исследований, потребление тепловой энергии может отличаться на 50 % в одном и том же здании в зависимости от поведения жильцов. Установка приборов учета тепла как основных источников мотивации энергосбережения является первостепенной задачей в жилищно-коммунальном хозяйстве.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Каковы объемы потребления тепловой энергии на отопление зданий в России и в развитых странах мира?
2. От каких факторов зависит расход теплоты в зданиях?
3. Назовите составляющие теплового баланса здания и их долю от общих тепловых потерь здания?
4. Какое здание можно считать энергоэффективным?
5. Назовите пути снижения тепловых потерь зданий.

## **Глава 11. Экономические и финансовые механизмы энергосбережения**

### **11.1. Энергетическая составляющая себестоимости продукции**

Предприятия и организации в процессе производство и реализации продукции и услуг расходуют сырье, материалы, топливо, энергию, амортизируют основные фонды, оплачивают труд работников, несут расходы по обслуживанию и управлению производством, реализации продукции, оплате услуг других организаций. Совокупность всех текущих затрат на производство и реализацию продукции, выраженных в денежной форме, образует себестоимость этой продукции.

Себестоимость неразрывно связана со стоимостью продукции, являясь ее объективной основой и важнейшей частью. Себестоимость является базой для установления цен и составляет наибольшую часть в структуре цен. Поэтому снижение себестоимости является основой для снижения цен, а правильное определение уровня себестоимости отдельных видов продукции – важный фактор совершенствования ценообразования.

Себестоимость продукции – важнейший качественный показатель, в котором отражаются все успехи и недостатки производственно-хозяйственной деятельности. Он отражает эффективность использова-

ния материальных и трудовых ресурсов, основных фондов, уровень организации производства и труда. Снижение себестоимости продукции – важнейший источник роста прибыли.

По данным Министерства торговли США, для 86% промышленной продукции затраты на энергию в структуре ее себестоимости не превышают 5%. Интерес к энергосбережению у компаний-производителей такой продукции возникает только в условиях высоких и растущих цен на энергоносители либо при ограничениях на их получение. В настоящее время, по оценкам экспертов, цены в США относительно низки, а поставки стабильны.

К сожалению, наша страна по этому показателю значительно уступает развитым странам Запада. Доля энергетической составляющей в себестоимости продукции в России в настоящее время выше в полтора-два и более раз. Данные о потреблении энергоресурсов некоторыми предприятиями Томской области приведены в таблице 11.1. После внезапного отпущения цен на энергоносители этот показатель в нашей стране значительно вырос.

Даже при сохранении остальных составляющих себестоимости на прежнем уровне, произведенная в перестроечный период продукция оказалась неконкурентоспособной не только на внешнем, но и на внутреннем рынке. Как результат – кризис неплатежей, переход на бартерные и зачетные взаимоотношения.

Ситуация осложняется еще и тем, что монопольное положение энергоснабжающих организаций создает иллюзию возможности дальнейшего повышения тарифов, что в свою очередь неизбежно вызовет дальнейший рост цен на производимые товары и услуги предприятий-потребителей электроэнергии и тепла. Аргументация необходимости дальнейшего повышения тарифов сводится к упоминанию очевидного факта – в стране еще не достигнут мировой уровень цен на энергоносители. При этом не учитывается реальная ситуация в экономике страны.

Нормальное в условиях рынка желание заработать как можно больше ограничивается платежеспособностью партнера. Хронические неплатежи ведут к нарушению режима устойчивого энергоснабжения потребителя, при этом страдают от так называемых веерных отключений и те, кто регулярно оплачивает услуги энергоснабжающих организаций. В результате – затяжной экономический кризис в стране, нарушение экономических связей между отдельными предприятиями и отраслями промышленности.

В условиях кризиса страдают все, в том числе и производители энергии.

Понимание абсурдности сложившегося положения привело к идее частичного регулирования рыночных отношений со стороны государст-

ва, установления баланса интересов производителя и потребителя энергии, проведения разумной тарифной политики.

Таблица 11.1

## Потребление энергоресурсов некоторыми промышленными предприятиями Томской области

№	Полное наименование предприятия	Затраты на энергию, руб. (1997г.)	Доля затрат энергии в себестоимости продукции по видам энергии, %							Фондоотдача 1997г., %
			электроэнергия	газ	жидкое топливо	вода	уголь	тепловая энергия	всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	ОАО «Сибэлектромотор»	10238	5,4					5,7	11,1	31
2	ЗАО «Томский электроламповый завод»	12460	10,0	4,0		4,6		1,3	19,9	43
3	НПЦ «Полюс»	3379	4,48			1,75		4,14	10,37	55
4	ОАО «Спичечная фабрика «Сибирь»	3385	5,8			1,4	4,6 (дрова)	9,2	21	82
5	ОАО «Томский химфармзавод»	2221	0,42			0,24	0,10	0,36	1,12	Нет данных
6	ГП НПО «Вирион»	3085	10,2	4,5		3,1			17,8	22
7	ЗАО «Томский инструмент»	13401	11,4			3,02		3,9	18,32	54
8	Томский электротехнический завод	5815	9,0			2,0		18,2	29,2	4,4
9	ОАО «Томский электромеханический завод»	8384	8,1	0,1	0,36	3,9		3,2	15,66	
10	ОАО «Томский завод резиновой обуви»	20502	4,34		5,99	0,6			10,93	55,4
11	ОАО «Самусьский ССРЗ»	2580	16,5		15,2	0,3		1,5	33,5	12
12	ОАО «Томский завод измерительной аппаратуры»	4264	16,7			6,3	3,2		26,2	31
13	ОАО «Электроцентралит»	8616	15,0			1,0	9,0	10,0	35,0	28
14	ЗАО «Сибкабель»	19653	4,5		0,75	2,37		0,55	8,17	111
15	Томский радиотехнический завод	4038	19,0			2,0		19,0	40	
16	ГНПП «НИИПП»	4907	11,08			1,57		5,76	18,41	
17	ЗАО «Томская карандашная фабрика»	913	10,8 (+тепловая энерг.)			4,6			15,4	11,0

Все большую значимость при этом приобретает перевод хозяйственного комплекса страны на энергосберегающий путь развития. В стране растет понимание, что альтернативы энергосбережению нет. Мы уже осознали, что никто нас в мировую экономику с таким энергоемким товаром, а следовательно, и стоимостью, не пустит. Поэтому энергосбережение можно с определенными оговорками отнести к экологически чистому, альтернативному и, в определенном смысле, неисчерпаемому «источнику» энергии.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Что такое себестоимость продукции? Приведите классификацию затрат, составляющих себестоимость продукции.
2. Назовите основные направления снижения себестоимости продукции.
3. Для чего в таблицах по промышленным предприятиям введена фондоотдача?
4. Экономией каких видов ТЭР следует заняться первоочередно на отдельных предприятиях (исходя из данных таблицы)? Какие могут быть эти первоочередные меры?

### **11.2. Ценовое регулирование программ энергосбережения**

Начатая в 1992 году либерализация цен не привела к стимулированию рационального и экономного использования топлива и энергии. Для сдерживания инфляционных процессов в эти годы проводилось прямое или косвенное регулирование цен на топливо и тарифов на энергию. В то же время цены на основную продукцию промышленности были освобождены практически сразу. Цены на уголь были «отпущены» в середине 1993 года, а на нефть и нефтепродукты стали свободными в 1994 году. Внутренние цены на энергоносители после 1994 года повышались темпами, соответствующими происходившей инфляции.

При формировании государственной ценовой политики учитывается реакция потребителей на соотношение цен качественно разных взаимозаменяемых видов топлива. Это означает, что в пересчете на одинаковую теплотворную способность цена нефти должна быть не менее чем на 15-20 % выше цены на газ, которая, в свою очередь, должна примерно на 15-20 % превышать цену энергетического угля.

Государство контролирует цены в секторах энергетического рынка, являющихся так называемыми «естественными» монополиями. Регулируемые государством цены на продукцию этих монополий должны включать экономически обоснованные затраты производителей на производство, транспортировку и распределение продукции (услуг) и необ-

ходимую прибыль, а также приближение к приведенным выше соотношениям цен на различные виды топлива.

Однако действующие в России цены не способствуют в полной мере обеспечению финансовых потребностей предприятий топливно-энергетического комплекса и не способствуют стабилизации их производство, тормозят развитие работ по энергосбережению.

Указанные выше условия ценообразования определяют в ближайшие годы сравнительно узкие диапазоны изменения уровней регулируемых государством цен на энергоресурсы.

Эти диапазоны значений цен на топливо и тарифов на электроэнергию для центральных районов России характеризуются нижеприведенными данными (см. табл. 11.2).

Таблица 11.2

Энергоносители	Единица измерения	Диапазоны цен, доллары США
Нефть	1 тонна	90-110
Автомобильный бензин	1 тонна	105-170
Мазут топочный	1 тонна	50-85
Газ	1000 м <sup>3</sup>	75-100
Уголь энергетический	1 т.у.т.	35-55

Нижние значения цен обеспечивают самофинансирование нефтяной и газовой промышленности и самоокупаемость большинства угольных предприятий. Верхние значения соответствуют ценам мирового рынка, скорректированным на величину транспортных затрат.

Сроки окупаемости капитальных вложений в энергосбережение при действующих ценах и тарифах на энергоресурсы составляют в среднем 2,0–2,5 года. Однако несмотря на это в ближайшие 2-3 года инвестиционным энергосберегающим программам необходима финансовая поддержка.

Стабилизация и затем наращивание производство продукции при сдерживании, а в ряде случаев и снижении цен (тарифов) на энергоресурсы, сокращение издержек производство, совершенствование налоговой системы и ликвидация неплатежей позволят по мере роста рентабельности предприятий покрывать потребность в инвестициях в основном за счет средств предприятий.

В настоящее время происходит пересмотр политики цен и тарифов в направлении повышения эффективности использования топливно-энергетических ресурсов, рационализации их потребления и создания на этой основе экономических условий для подъема производство на предприятиях. Последнее позволит расширить финансовые возможности для усиления работ по энергосбережению.

Основными направлениями государственного регулирования цен на топливо и тарифов на электро- и теплоэнергию в целях энергосбережения являются:

- прямое государственное регулирование цен (тарифов) на продукцию отраслей естественных монополий и косвенное государственное воздействие на динамику и соотношение свободных цен в других отраслях;

- повышение конкурентоспособности отечественных предприятий перерабатывающей промышленности, в первую очередь выпускающих энергоемкую продукцию, за счет уменьшения энергосоставляющей в ее себестоимости, что позволит на первом этапе сдерживать рост цен на энергоресурсы;

- совершенствование структуры регулируемых цен на продукцию естественных монополий и исключение из нее инфляционных ожиданий и потерь от неплатежей;

- отказ от дифференциации цен на энергетические ресурсы в зависимости от отраслевой принадлежности потребителей и постепенное прекращение перекрестного субсидирования населения, объектов социальной сферы и агропромышленного комплекса с соответствующим уменьшением ценовой нагрузки на производственный сектор экономики при одновременном введении адресной поддержки малоимущих слоев населения;

- разработка и ввод в действие регулируемых тарифов на электрическую и тепловую энергию, дифференцированных по зонам суток (пиковая, дневная, ночная), дням недели, сезонам года и объему потребляемой энергии;

- дифференциация регулируемых цен на газ по потребителям в зависимости от расстояния транспортировки газа и объема потребляемого ими газа и режима газопотребления;

- учет в регулируемых ценах (тарифах) на продукцию (услуги) естественных монополий экономически обоснованных затрат производителей и потребителей на энерго- и газосбережение;

- создание дополнительных стимулов к энергосбережению, в том числе путем разработки и введения в действие дифференцированных цен и тарифов на поставляемые потребителям энергетические ресурсы, а также за счет создания региональных фондов финансовой поддержки энергосбережения;

- предоставление на определенное время льготных цен на газ и тарифов на электроэнергию предприятиям с энергоемким производством, выпускающим конкурентоспособную продукцию, с компенсацией выпадающих доходов энергетиков и газовиков долевым участием энер-

госнабжающих компаний в прибылях от реализации продукции смежников.

При регулировании цен и тарифов на топливо и энергию важной задачей является недопущение роста доли расходов на топливо- и энергообеспечение в оплачиваемых населением коммунальных услугах и в то же время, наряду с другими мерами, необходимо стимулирование энергосбережения в коммунально-бытовом секторе, где расходуется 27-28 % потребляемых в стране энергоресурсов. Эти требования соответствуют принципам проведения реформы в жилищно-коммунальном хозяйстве.

### **11.3. Стимулирование потребителей и производителей энергетических ресурсов**

В соответствии с основными положениями Федерального Закона «Об энергосбережении» (ст. 14) для потребителей и производителей энергоресурсов установлены следующие льготы:

- предприятия и организации, выпускающие продукцию с лучшими, чем предусмотрено государственными стандартами, показателями энергоэффективности, пользуются государственной поддержкой при проведении тарифной политики. Стоимость указанной продукции должна составлять не менее половины стоимости общего выпуска продукции предприятия;

- производители электрической и тепловой энергии, не входящие в региональные энергоснабжающие организации, имеют право на отпуск энергии в сети этих организаций в количествах и режимах, согласованных с энергоснабжающей организацией и региональной энергетической комиссией. Энергоснабжающие организации обязаны обеспечить прием энергии от указанных производителей в свои сети по ценам, формируемым в порядке, утвержденном региональными энергетическими комиссиями;

- для установок, использующих нетрадиционные возобновляемые источники энергии, величина тарифов должна обеспечивать срок окупаемости капитальных вложений для этих установок не более 6-8 лет;

- предусмотреть в составе типового договора между потребителями и поставщиками топлива и энергии порядок, согласно которому потребители энергетических ресурсов – юридические лица, в случае использования энергетических ресурсов не в том объеме, который предусмотрен договорами с энергоснабжающими организациями, освобождаются от возмещения расходов, понесенных указанными энергоснабжающими организациями, если недоиспользование энергетических ре-

сурсов является следствием осуществления мероприятий по энергосбережению;

- строительство и эксплуатация энергетических установок, которые используют сертифицированное оборудование и имеют производительность тепловой энергии до трехсот киловатт или электрическую мощность до ста киловатт, осуществляются без лицензии;

- в целях стимулирования эффективного использования энергетических ресурсов предусмотреть установление сезонных цен на природный газ и сезонных тарифов на электрическую и тепловую энергию, а также внутрисуточных дифференцированных тарифов на электрическую энергию.

Особую значимость имеет экономическое стимулирование потребителей энергоресурсов – организаций и предприятий социальной сферы. Экономное рациональное использование топлива и энергии, а также воды ведет к уменьшению бюджетных средств на топливо- и энергообеспечение объектов этой сферы, финансируемых из бюджетов всех уровней.

В настоящее время население оплачивает не более 30 % затрат на энергообеспечение всеми видами энергоресурсов, а остальные затраты оплачиваются из местных бюджетов различных уровней.

Проводимая жилищно-коммунальная реформа предусматривает к 2003 году оплату жилищно-коммунальных услуг в полном объеме за счет населения. При этом дотации должны выделяться непосредственно потребителям, а использованная ими энергия оплачиваться по единым для всех тарифам.

До массовой установки в жилищно-коммунальном секторе приборов и систем учета предусматривается, исходя из базового расхода энергоносителей за последние 3-5 лет, абонентский тариф, при котором потребитель оплачивает услуги, обеспечивающие нормативный тепловой режим помещений, надежное газо- и водоснабжение. Для стимулирования экономии энергоресурсов необходимо ввести шкалу скидок с тарифов за осуществление стандартных мер экономии.

В целях своевременного оснащения организаций государственной собственности системами учета и регулирования потребления энергии следует установить порядок предоставления администрациями субъектов РФ необходимых гарантий по расчетам с отечественными и зарубежными инвесторами при финансировании ими работ по приборному обеспечению этих организаций.

#### **11.4. Финансирование программ в области энергосбережения**

Отечественный и мировой опыт свидетельствует, что на всех этапах развития экономики энергосбережению требуется государственная бюджетная поддержка. Это позволяет обеспечивать использование дос-

тижений научно-технического прогресса в области энергосбережения предприятиям с различным финансовым положением, стимулируя их к дополнительным вложениям собственных средств в энергосберегающие проекты.

Государственная поддержка энергосбережения осуществляется в форме предоставления исполнителям средств на возвратной основе, на льготных условиях и на ограниченный срок, исходя из значимости и сроков окупаемости проектов.

Источниками таких средств являются:

- целевые средства федерального бюджета, используемые на конкурсной основе;
- средства субъектов РФ, включая средства создаваемых ими региональных фондов энергосбережения и их бюджетные средства;
- внебюджетный источник Минтопэнерго России.

Региональные фонды энергосбережения формируются органами исполнительной власти субъектов РФ исходя из требований Федерального закона «Об энергосбережении». Консолидируемые в соответствии с этим законом средства используются для финансирования региональных программ энергосбережения и в первую очередь – для финансирования оснащения потребителей регионов приборами и системами учета и регулирования расхода энергетических ресурсов.

Другими источниками финансирования программ в области энергосбережения являются:

- собственные средства предприятий и организаций (денежные средства, ценные бумаги, части основных производственных фондов);
- заемные средства (целевые облигационные займы, региональные паевые инвестиционные фонды, вексельный кредит, финансовый лизинг и др.).

Объем и структура источников финансирования программ в области энергосбережения должны обеспечить их выполнение при условии введения в действие механизмов гарантии возврата заемных средств, формирования субъектами РФ внебюджетных фондов энергосбережения, средства которых должны быть направлены в первую очередь на финансирование оснащения бюджетных и дотационных потребителей приборами учета и регулирования расхода энергетических ресурсов. В этих целях необходимо отработать на федеральном и региональном уровнях введение в действие рыночных механизмов мобилизации средств для финансового обеспечения программ энергосбережения с учетом опыта работы регионов.

## **11.5. Рыночные механизмы финансового обеспечения программ энергосбережения**

Наряду со средствами государственной поддержки энергосбережения и указанными внебюджетными источниками все большее значение при реализации программ энергосбережения будут иметь такие нетрадиционные внебюджетные рыночные механизмы, как целевые облигационные займы, паевые инвестиционные фонды и финансовый лизинг.

### **Целевые облигационные займы**

Важным источником кредитования энергосберегающих проектов на возвратной основе является выпуск целевых облигационных займов, обеспеченных поддержкой администраций субъектов РФ. Суть поддержки заключается в том, что облигации займов могут быть обменены на налоговые освобождения (в части налогов, зачисляемых в бюджет субъекта РФ). Данные льготы предоставляются специальным решением глав администраций субъектов РФ.

Вырученные средства от размещений облигаций должны быть направлены на кредитование энергосберегающих проектов программ. Эти средства позволяют осуществить ряд первоочередных проектов. При этом за счет взимания дополнительных налогов, начисляемых на прирост валового дохода у предприятий-исполнителей проектов, будет соответствующим образом увеличиваться и доходная часть республиканского бюджета субъектов РФ.

Процедуры регистрации проекта эмиссии, выпуска, обращения и погашения облигационного займа, а также деятельность субъектов займа на территории России осуществляются в порядке, установленном Правительством России и Минфином России. Требования к подготовке проекта эмиссии облигационного займа (необходимая информация об эмитенте, его финансовом положении и предстоящем выпуске займа), а также вопросы, связанные с организацией его выпуска, размещения и погашения разработаны Правлением Российского внебюджетного межотраслевого фонда энергосбережения.

### **Паевые инвестиционные фонды**

Указом Президента Российской Федерации от 26.06.95 № 765 «О дополнительных мерах по повышению эффективности инвестиционной политики Российской Федерации» введена в действие правовая база для создания и деятельности наиболее распространенных в мире инвестиционных институтов – паевых инвестиционных фондов.

На базе паевых фондов может быть организован эффективный механизм финансирования энергосберегающих проектов программ, основанный на минимизации налогообложения и не создающий дополнительных рисков.

Сравнительный анализ показывает, что в современной экономической ситуации именно паевые фонды могут стать эффективным средством для масштабной мобилизации свободных средств юридических лиц и мелких инвесторов под инвестиционные цели.

Таким образом, используя в создавшейся ситуации паевой инвестиционный фонд, проще, дешевле и быстрее всего можно собрать значительный капитал для инвестирования энергосбережения в регионах.

С организационной точки зрения для создания паевого инвестиционного фонда необходимо:

- создать управляющую компанию и получить лицензию на право осуществления ею доверительного управления имуществом фонда;
- разработать и зарегистрировать правила паевого инвестиционного фонда и проспект эмиссии инвестиционных паев;
- заключить управляющей компании договора со специализированным депозитарием, аудитором и независимым оценщиком.

### **Финансовый лизинг**

Лизинг – способ финансирования инвестиций, основанный на долгосрочной аренде различных технических средств при сохранении права собственности на них за арендодателем.

Лизинг является альтернативой традиционному банковскому кредитованию. Он позволяет использовать в сфере производства современную технику без оплаты ее полной стоимости. В мировой практике стоимость лизинговых операций неуклонно возрастает и по темпам опережает рост объема капиталовложений в их традиционной форме. Особенностью финансового лизинга, в отличие от оперативного, является то, что срок аренды соизмерим с нормативным сроком службы арендуемого имущества.

Для целей энергосбережения финансовый лизинг – весьма удобный способ приобретения дорогостоящего оборудования, приборов и технологий как в стране, так и за рубежом. Фактически он предполагает 100 %-е кредитование и требует немедленного начала платежей. Арендные платежи обычно начинаются только после поставки имущества, либо еще позже, когда использование начинает давать прибыль. Лизинговый договор более гибок, чем ссуда, которая всегда предполагает ограниченные сроки и стандартные условия погашения. При лизинге арендатор энергосберегающего оборудования может согласовать с лизинговой компанией удобную схему финансирования, включая в условия договора, например, расчеты из средств от экономии топлива и энергии. За счет использования лизинга можно полностью осуществить мероприятия программы, связанные с приобретением приборов средств учета, контроля и регулирования расхода энергоресурсов.

## Вопросы для самопроверки

1. Назовите источники государственной поддержки энергосбережения.
2. Что такое облигация? Каковы гарантии кредитора (держателя облигаций)? Куда направляется получаемая прибыль?
3. Какие виды инвестиций Вы знаете? Что такое инвестиционная политика?
4. Формы международного лизинга. Кто имеет право заниматься лизинговыми операциями?
5. Назовите налоговые льготы предприятиям и организациям, занимающимся реализацией региональных программ энергосбережения.

## Глава 12. Основы энергетического менеджмента

### 12.1. Необходимость управления потреблением энергии

Основной функцией энергетического менеджмента является управление энергопотреблением предприятия. Современная концепция энергетического менеджмента подразумевает менеджмент энергии как деятельность, направленную на снижение затрат предприятия за счет повышения энергоэффективности производства. В этом смысле энергия рассматривается так же, как любой другой дорогостоящий производственный ресурс.

К сожалению, российские предприятия традиционно обращают больше внимания на удовлетворение потребностей производственного процесса в энергии и не придают особого значения эффективности ее передачи и использования.

В то же время зарубежный опыт показывает, что промышленные компании, обратившие серьезное внимание на энергоменеджмент, оказались в состоянии реально снизить затраты на энергоресурсы на 30 % и более.

### 12.2. Матрица энергетического менеджмента

Определить и описать приоритеты в различных аспектах энергетического менеджмента на предприятии, выявить альтернативные пути организации энергоменеджмента позволяет матрица энергетического менеджмента. Матрица имеет пять горизонтальных строк, характеризующих уровень развития основных элементов менеджмента. Уровни оцениваются шкалой: 0, 1, 2, 3, 4, причем 0-ой уровень соответствует отсутствию рассматриваемого элемента, а высший, 4-ый уровень, подразумевает его максимальное развитие на предприятии.

Шесть вертикальных столбцов матрицы соответствуют шести основным элементам энергетического менеджмента:

1. Энергетическая политика, раскрывающая необходимость внедрения энергоменеджмента на предприятии.

2. Организационные аспекты, устанавливающие интеграцию энергоменеджмента в структуру предприятия.

3. Мотивация энергоменеджмента, раскрывающая способы создания конструктивных взаимоотношений с потребителями энергии, стимулированное энергосбережение.

4. Информационные системы, обеспечивающие эффективный менеджмент энергии.

5. Маркетинг энергоменеджмента: пропаганда и реклама деятельности по энергосбережению.

6. Финансирование мероприятий энергоменеджмента.

Матрица энергетического менеджмента имеет следующий вид (табл. 12.1).

Таблица 12.1

		Элементы менеджмента					
		1	2	3	4	5	6
У	4	14	24	34	44	54	64
Р	3	13	23	33	43	53	63
О	2	12	22	32	42	52	62
В	1	11	21	31	41	51	61
Н	0	10	20	30	40	50	60
И							

### 12.3. Энергетическая политика предприятия

В соответствии с принятой структурой матрицы (табл.12.1) уровень развития энергетической политики предприятия (столбец 1) может иметь следующие градации:

10 - отсутствие определенной политики;

11 - не зафиксированный в письменном виде набор рекомендаций;

12 - непринятие официально энергетической политики, установленной энергоменеджментом;

13 - официальная энергетическая политика, но нет заинтересованности со стороны высшего руководства;

14 - энергетическая политика, план действий и регулярные обзоры находят понимание у руководства как часть общей стратегии развития предприятия.

Организация энергетического менеджмента на предприятии (столбец 2) может дифференцироваться:

20 - энергетический менеджмент отсутствует;

21 - энергетический менеджмент возложен как одна из задач на работника с ограниченными должностными возможностями;

22 - имеется должность энергоменеджера, но структура управления и его полномочия не определены;

23 - менеджер по энергетике контролируется советом по энергетике;

24 - энергетический менеджмент полностью интегрирован в структуру менеджмента, осуществляет четкое делегирование ответственности за энергопотребление.

Мотивация задач менеджмента может находиться на одном из уровней матрицы:

30 - нет контактов с потребителями энергии;

31 - имеются неофициальные контакты между инженерами и отдельными потребителями;

32 - связь с потребителями через специальную группу, возглавляемую старшим менеджером подразделения;

33 - комиссия по энергетике используется в качестве основного канала взаимодействия наряду с прямыми контактами с главным потребителем энергии;

34 - официальные и неофициальные каналы взаимодействия регулярно используются энергоменеджером и персоналом энергетических служб на всех уровнях.

Уровень использования информационных систем характеризуется рядом градаций:

40 - нет информационной системы, нет учета энергопотребления;

41 - отчеты по энергозатратам основаны на платежных документах. Инженер собирает отчеты для внутреннего использования в техническом отделе;

42 - отчеты об энергопотреблении основываются на показаниях коммерческих счетчиков. Энергетические показатели могут использоваться в разработке бюджета;

43 - мониторинг энергопотребления всех подразделений, по информации об экономии не доводится до потребителей;

44 - всеобъемлющая система, устанавливающая цели энергоиспользования, отслеживающая потребление энергии, обнаруживающая нарушения, количественно определяющая экономию и регистрирующая бюджетные расходы.

Уровни маркетинга энергосбережения:

50 - не пропагандируется энергосбережение;

51 - пропаганда энергосбережения через неофициальные контакты;

52 - обучение некоторых специально выделенных сотрудников;

53 - реализация программы пропаганды энергосбережения среди сотрудников, регулярные рекламные кампании;

54 - маркетинг показателей энергоэффективности и работы энергоменеджмента как внутри предприятия, так и за его пределами.

Уровни финансирования энергосберегающих мероприятий:

60 - нет вложений в повышение энергоэффективности;

61 - внедрение только малозатратных мероприятий;

62 - инвестиции только по критерию малого срока окупаемости;

63 - те же самые критерии окупаемости, что и применяемые для всех других вложений;

64 - уклон в сторону экологически чистых схем с детальной оценкой инвестирования во все варианты нового строительства и модернизации.

Для использования матрицы энергетического менеджмента необходимо:

- определить место вашего предприятия на матрице;
- сосредоточиться на тех столбцах, где реально достижение наибольшего прогресса;
- установить, что является препятствием в достижении прогресса и решить, как можно это преодолеть;
- выявить возможности для улучшения ситуации и решить, как они могут быть использованы;
- вовлечь в этот процесс других людей;
- как руководство, так и потребителей энергии.

#### **12.4. Организация и стадии энергетического менеджмента**

Матрица обеспечивает быстрый, легкий и эффективный способ установить организационный подход к энергоменеджменту на предприятии. Цель развития энергоменеджмента – движение вверх по уровням матрицы по направлению к существующей «лучшей практике» с достижением баланса между столбцами.

Стратегия введения или усовершенствования энергетического менеджмента на предприятии включает ряд последовательных фаз:

стадия 1 – достижение контроля над энергопотреблением;

стадия 2 – инвестирование в мероприятия по энергосбережению;

стадия 3 – поддержание контроля над энергопотреблением.

В процессе реализации первой стадии фактически осуществляется «беззатратный» механизм устранения потерь энергии и финансовых средств.

Мероприятия по экономии энергии на второй стадии энергоменеджмента требуют денег. Обычно в начале этой стадии вероятны вло-

жения в низко- или среднетратные мероприятия. Однако после того, как возможности для легкого получения экономии будут исчерпаны, придется заниматься работами с медленными темпами возврата финансовых вложений.

Как только фазы 1 и 2 начнут реализовываться, возникает необходимость в эффективной информационной системе энергетического менеджмента, которая обеспечит поддержку, контроль и защиту инвестиций, направленных на цели энергосбережения. Создание такой информационной системы предусматривает 3 стадии.

На практике стадии 1 и 2 никогда не бывают полностью завершены. Достижение и поддержание контроля – это динамический процесс, требующий постоянного совершенствования. Аналогично выгоды от инвестирования в новые энергосберегающие мероприятия требуют постоянной переоценки из-за технологических и других изменений в производстве.

Энергетическая политика предприятия должна быть документально закреплена для ее сохранения при смене персонала или временных изменений приоритетов производства. Документ должен содержать формулировку заинтересованности предприятия в энергосбережении, а также перечень целей, действий для их достижения и четкое определение ответственности за реализацию энергетической политики. Для сохранения конфиденциальности информации, с коммерческой точки зрения, энергетическая политика может быть опубликована в двух частях, одна из которых предназначена для широкого использования, а другая – для внутреннего.

Разработка энергетической политики осуществляется энергетическими службами предприятия, согласуется со всеми подразделениями предприятия и утверждается советом директоров. Копии документа рассылаются во все подразделения, где должны быть проведены встречи для разъяснения энергетической политики и ее значения для предприятия.

Примерное содержание документа, утверждающего энергетическую политику предприятия, должно включать следующие разделы:

1. Декларация заинтересованности старшего руководства предприятия в энергетическом менеджменте.
2. Изложение политики.
3. Формулировка целей энергоменеджмента на краткосрочный и долгосрочный периоды.
4. План действий, определяющий программу работы и конкретные сроки.
5. Требуемые ресурсы, в том числе финансовые и людские.
6. Распределение ответственности и подотчетности за планируемые мероприятия.

7. Описание задач, структуры и состава совета по энергоменеджменту.

8. Список членов совета и регламентирование графика и методов работы.

9. Формулировка периодичности и способов проверки и отчетности конкретных работников энергоменеджмента.

Организационно энергетический менеджмент распределяется на все подразделения, но ему должно быть определено место в структуре предприятия. Возможно пять вариантов размещения:

- технический отдел;
- отдел кадров;
- финансовый отдел;
- управление исполнительного директора;
- внешние консультанты.

Каждый вариант имеет свои преимущества и недостатки. Экономия энергии имеет тенденцию рассматриваться как техническая деятельность, и персонал энергоменеджмента может быть сосредоточен в техническом отделе. Данный вариант является удачным для 1 стадии программы энергоменеджмента, но менее подходит для обучающей и информационной деятельности.

Отдел кадров может быть подходящим размещением с точки зрения мотивации и обучающей деятельности, а финансовый отдел - для финансового контроля и процедур отчетности, необходимых на 3 стадии. Однако оба этих варианта имеют недостатки с точки зрения технической поддержки.

Управление исполнительного директора может обеспечить высокий уровень и доступ к механизмам инициирования мероприятий энергоэкономии. Недостатком этого варианта является невозможность интеграции энергоменеджмента в структуру менеджмента на предприятии в целом.

Приглашение консультантов со стороны оправдано в технических ситуациях, когда опытные специалисты используются для помощи энергетическому персоналу предприятия. Отрицательной стороной такого решения является ослабление взаимоотношений и контактов между сотрудниками предприятия, что является важным для их мотивации и информирования.

Практика показывает, что не может быть идеального места сосредоточения для всех направлений работы по энергоменеджменту. Оптимальное размещение должно изменяться со временем по мере движения предприятия от одной стадии программы к последующим.

Основная роль менеджера по энергетике – это управленческая деятельность. Задачи и обязанности энергоменеджера находятся в широком диапазоне и включают:

- формулировка и проведение в жизнь энергетической политики предприятия;
- введение и поддержание затратно-эффективных путей обеспечения управленческой информацией об энергопотреблении и выбросах в окружающую среду;
- регулярное доведение такой информации до энергетического персонала и до руководства;
- проведение и поддержание эффективной и экономически дружелюбной политики и практики в области приобретения энергоресурсов;
- повышение и поддержание осведомленности о проблемах энергетики на всем предприятии;
- внедрение и поддержание эффективных административно-хозяйственных мероприятий и эффективной эксплуатационной практики;
- определение потребностей предприятия в обучении опыту энергосбережения;
- выявление экономически обоснованных возможностей для повышения энергоэффективности – в новых или существующих установках и подразделениях;
- формулирование инвестиционной программы по снижению энергопотребления и загрязнения окружающей среды;
- введение и поддержание процедур оценки экономической эффективности мероприятий энергетического менеджмента.

## **12.5. Маркетинг, инвестиции и мотивация персонала**

Мотивация людей на деятельность по энергосбережению является важной задачей энергоменеджмента. Обеспечить выполнение данной задачи позволяет финансовое поощрение, персональная ответственность работника, признание результатов его труда.

Мотивация разных категорий персонала предприятия должна осуществляться разными способами.

Основой мотивации руководства предприятия является улучшение производительности предприятия путем снижения затрат и увеличения прибыльности.

Эффективным средством мотивации менеджеров подразделений является возврат сэкономленных средств в бюджеты подразделений.

Мотивация работников, эксплуатирующих энергетические объекты, заключается в признании их роли в энергосбережении, финансировании и поддержке.

Мотивация менеджеров осуществляется тремя основными движущими факторами: достижением, сопричастностью и властью.

Представители энергетических служб нуждаются в обучении и поддержке для выполнения своей роли. Они должны быть в состоянии увидеть, как то, что они делают, воздействует на энергоэффективность.

Пропаганда энергосберегающего образа поведения общего персонала может осуществляться через информационные бюллетени предприятия, где должны публиковаться достижения в области энергосбережения каждого подразделения.

Хорошая информационная система является условием эффективного энергетического менеджмента. Обычно информация нужна для принятия решений на трех уровнях: оперативного контроля, управленческого контроля, стратегического планирования.

Руководству предприятия нужна информация, отражающая экономию денег за счет эффективного энергоменеджмента, и об энергосберегающих проектах с коротким и длительным сроком окупаемости. Менеджерам подразделений нужно знать, достигает ли подразделение своих целевых показателей энергопотребления.

Ключевой персонал энергоемких установок нуждается в информации, отражающей результаты его деятельности. Данные работники должны понимать, как работает информационная система, и уметь интерпретировать информацию, которую она дает. Для энергетического персонала, кроме вышеуказанной информации, необходимы сведения, позволяющие решить вопросы о повышении энергоэффективности, о сроках окупаемости энергосберегающих проектов и о перспективных технических усовершенствованиях в энергоменеджменте. Обычные сотрудники должны знать, хорошо ли их подразделение работает с точки зрения потребления энергии.

Маркетинг энергетического менеджмента означает общение с людьми, которые используют ваши услуги как «покупатели». Основными целями маркетинга являются:

- повышение осведомленности о важности энергосбережения;
- маркетинг услуг внутри предприятия;
- обоснование эффективности вложений для руководства;
- реклама достижений энергоменеджмента за пределами предприятия.

Общение с различными группами людей требует дифференцированного подхода к маркетинговой деятельности. С этой целью необходимы разработки целого спектра рекламных материалов, предназначенных для различных аудиторий.

Инвестирование средств в энергосберегающие проекты должно рассматриваться как дополнение, а не как подмена эффективной практики энергоменеджмента на предприятии. Вложение денег в технические усовершенствования на стадии 2 программы энергоменеджмента не может компенсировать недостаточное внимание к контролю над

энергопотреблением на стадии 1. Поэтому, перед любым инвестированием важно обеспечить:

- наилучшее функционирование существующего оборудования, установок, помещений;

- максимально низкие тарифы на энергоресурсы;

- эффективное использование целесообразных видов энергии;

- поддержание эффективной административно-хозяйственной деятельности персонала, ответственного за энергопотребление.

При изучении приоритетов инвестиционных возможностей необходимо учитывать удельное энергопотребление производство, текущее состояние оборудования и помещений, условия работы персонала, экологические аспекты инвестиционных проектов.

Инвестиции в энергоэффективность должны рассматриваться таким же образом, как и все прочие направления инвестирования. Обычно на первых стадиях внедрения энергоменеджмента легко определить малозатратные мероприятия, дающие быстрый эффект. Однако с течением времени и развитием энергетического менеджмента на предприятии будут требоваться большие вложения средств, которые будут окупаться значительно медленнее.

Система энергоменеджмента очень редко может функционировать как самообеспечиваемая. Финансирование внутренней системы энергоменеджмента может осуществляться по следующим вариантам:

- из центрального бюджета предприятия;

- из бюджета специального подразделения или отдела, например, инженерно-технического;

- путем оплаты за услуги индивидуальным держателям бюджета;

- путем использования части полученной прибыли.

Все эти методы финансирования энергоменеджмента работоспособны. Часто может иметь место комбинация вариантов финансирования, например, частичное финансирование из центрального бюджета и частичное - как оплата за услуги.

Инвестиции в энергосбережении целесообразно осуществлять в определенной последовательности. На 1-й стадии и в начале 2-ой предприятие может добиться значительной экономии средств за энергоресурсы при малых затратах. Для финансового обеспечения последующих стадий энергоменеджмента важно из части легко полученной экономии создать инвестиционный фонд для поддержки будущей деятельности.

Считается, что уровень инвестиций в энергосбережении не должен быть ниже 10 % от затрат на энергию. Тщательное планирование может минимизировать начальные затраты на инвестирование и помочь получить видимую экономию.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Что такое энергетический менеджмент и каковы его задачи?
2. Что представляет собой матрица энергетического менеджмента?
3. Назовите стадии развития энергоменеджмента.
4. Основные разделы энергетической политики предприятия.
5. Каковы варианты энергетического менеджмента в структуре предприятия?
6. В чем состоят основные обязанности энергоменеджера?
7. Способы мотивации групп персонала для целей энергосбережения.
8. Составляющие маркетинга энергетического менеджмента?
9. Каковы источники финансирования энергоменеджмента?

## **Глава 13. Экологические аспекты энергосбережения**

Необходимость проведения и постоянного развития политики энергосбережения диктуется целым рядом обстоятельств:

1. Ограниченность невозобновляемых источников энергии, прежде всего запасов природного газа, нефти и даже угля, на использовании которых в основном строится сегодняшняя система энергообеспечения. В настоящее время потребление первичной энергии в мире составляет 10 млрд. тонн условного топлива. Несмотря на некоторое замедление, темпы прироста энергопотребления остаются достаточно высокими, и самые оптимистические прогнозы в части обеспеченности людей органическим топливом дают всего несколько десятков лет относительно «безбедного» энергообеспечения общества. Значит, энергосбережение сможет «растянуть» период адаптации мирового сообщества к новому режиму энергообеспечения, когда на смену скудеющим запасам органического топлива на передний план будут выходить другие источники энергии.

2. Неопределенность перспектив развития ядерной энергетики. Широкое использование делящихся материалов для производство электрической и тепловой энергии на АЭС и АСТ может отодвинуть время наступления энергетического кризиса, связанного с исчерпанием запасов органического топлива, за пределы обозримого будущего: существующая база ядерной энергетики и запасы делящихся материалов, во всяком случае в России, таковы, что потребности АЭС на перспективу России и СНГ могут быть обеспечены с избытком. Подобный ход развития энергетики сдерживается последствиями Чернобыльской катастрофы (1986 г.) и стоящими в одном ряду с ней крупными авариями на ядерных объектах других стран, например, Виндскейл (Великобритания,

1957 г.) и Тримайл-Айленд (США, 1979 г.). Только по состоянию на начало 90-х годов на 400 АЭС в мире произошло порядка 30 более или менее крупных аварий. Вместе с многочисленными зафиксированными нештатными ситуациями в различных системах всех ныне существующих АЭС эти аварии и катастрофы образуют некоторый устойчивый феномен, с которым нельзя не считаться статистически. Априорная аварийность ядерных объектов – основной аргумент противников быстрого развития ядерной энергетики.

3. Неопределенность перспектив развития нетрадиционных возобновляемых источников энергии (малая гидроэнергетика, геотермальная энергия, энергия биомассы, энергия ветра, солнечная энергия, низкопотенциальное тепло).

В табл. 13.1. представлен потенциал таких источников энергии, выраженный в млн. т. условного топлива. Как видно, экологически оправданным сегодня является использование нетрадиционных источников с потенциалом в 271,4 млн. т. у.т, то есть  $\approx 2,7\%$  от сегодняшнего потребления первичной энергии. Правда, потенциал технически реализуемых 9882,6 млн. т. у.т. практически равен современному мировому энергопотреблению -  $\approx 10$  млрд. т. у.т. Это означает, что нетрадиционные источники, в принципе, «если уж сильно прижмет», могут с избытком заместить весь объем используемого органического топлива. Но для того, чтобы это замещение действительно началось, необходимы значительные побудительные силы.

Таблица 13.1

Потенциал нетрадиционных возобновляемых источников энергии, млн. т. условного топлива

Ресурсы	Валовой потенциал	Технический потенциал	Экологический потенциал
Малая гидроэнергетика	360,4	124,6	65,2
Геотермальная энергия	$40 \cdot 10^6$	2950	115
Энергия биомассы	$10 \cdot 10^3$	53	35
Энергия ветра	$26,5 \cdot 10^3$	4400	22
Солнечная энергия	$6,0 \cdot 10^6$	2240	4,24
Низкопотенциальное тепло	525	115	30
Итого	$46 \cdot 10^6$	9882,6	271,4

Нетрадиционные источники не так уж безобидны экологически. Так, ветровые электрические станции (ВЭС) являются помехой для воздушного сообщения, для распространения радиоволн, нарушают пути миграции птиц, ведут к климатическим изменениям вследствие наруше-

ния естественной циркуляции воздушных потоков. Возбуждаемые ВЭС низкочастотные звуковые колебания (инфразвуки) опасны для человека. Эксплуатация геотермальных источников сопряжена с просадкой грунта и риском стимулирования землетрясений, с интенсивным загрязнением водных объектов, с выбросом вредных газов. Значительные экологические издержки характерны и для других нетрадиционных источников энергии. И в целом очевидно, что вместе с использованием новых видов энергии возникают и новые виды экологических последствий, которые могут привести к изменениям природных условий в глобальных масштабах и которые в полной мере сегодня трудно представить.

4. Одним из обстоятельств, предопределяющих необходимость энергосбережения, является то, что энергетика – один из главных загрязнителей биосферы. Так, в СНГ на долю энергетики, прежде всего ТЭС, приходится 30 % всех загрязнений атмосферы, в США – 20 %; суммарная доля загрязнения атмосферы, приходящаяся на энергетику и автотранспорт, и для СНГ, и для США составляет 70 %.

Объекты энергетики загрязняют атмосферу, землю и воду вредными выбросами дымовых газов и сточными водами электростанций, сбросами большого количества теплоты, расходуя значительное количество водных и земельных ресурсов, подвергая биосферу вредному воздействию радиации, связанной с эксплуатацией атомных электростанций, электромагнитных полей линий электропередачи.

Основные объекты воздействия на окружающую среду – электростанции. Они различаются потреблением первичных энергоресурсов, от характеристик которых существенно зависят условия и форма воздействия станций на окружающую среду.

Принципиально различны в экологическом отношении такие виды первичных источников энергии, как органическое топливо, ядерное топливо, гидроэнергия, солнечная энергия, энергия ветра, приливов, волн, геотермальная энергия. В этих условиях взаимозаменяемость электростанций обеспечивает возможность маневрирования их составом и размещением в целях снижения отрицательного воздействия энергетики на окружающую среду с учетом состояния природы и экологических характеристик электростанций.

Хорошо отлаженная в организационно-правовом отношении политика энергосбережения приводит к уменьшению энергетических ресурсов, потребляемых станциями, и к соответствующему уменьшению отрицательного воздействия энергетической отрасли на биосферу.

Экологически вредным фактором, напрямую связанным с объемом энергопотребления предприятия, отрасли, народного хозяйства в целом, является тепловое загрязнение. Другие экологически вредные факторы связаны с уровнем энергопотребления опосредованно. Так, уровень загрязнения атмосферы летучей золой ТЭС предопределяется

не только мощностью последней, но и технологией сжигания топлива, качеством устройств пылеулавливания и рассеивания выбросов. В части фактора теплового загрязнения с большей степенью достоверности можно считать, что объемы потребления энергопотребителем топлива, горячей воды, пара одновременно являются и объемами теплового загрязнения прилегающего района. Динамика теплового загрязнения в мире от энергетических производств представлена в табл. 13.2.

Температура, пожалуй, важнейший из абиотических факторов, влияющих на процессы в мире микроорганизмов, на выживание животных и организмов. Последнее сегодня особенно актуально для водной фауны и флоры, поскольку по сложившейся технологии сброса избыточного тепла значительная его часть отводится в водоемы, что при относительно малом объеме поверхностных вод (средний расход планетарного поверхностного стока составляет  $\approx 1,24 \cdot 10^3 \text{ км}^3/\text{с}$ ) приводит к их значительному подогреву.

Таблица 13.2

Динамика теплового загрязнения в мире от энергетических производств

Показатель	1972г.	1986г.	2000г.
Мощность потока теплового загрязнения, млн. МВт	6,0	9,6	32,0
Отвод тепла в окружающую среду, млн. Гкал	45200	72300	241000

Для каждого вида существует свой интервал температур, благоприятный для обитания (диапазон толерантности по фактору температуры). Для любого конкретного вида диапазон переносимых температур относительно узок, в некоторых случаях крайне узок - до нескольких градусов по Цельсию. У теплокровных животных развит набор механизмов для поддержания тела в требуемых температурных пределах, в том числе механизм поведенческого регулирования температуры: например, рыба-нетеплокровное, перемещаясь, находит место с оптимальной для нее температурой. Организмы же, не способные перемещаться (укорененные растения, взрослые устрицы), находятся в полной зависимости от температуры окружающей среды, и таких организмов много, если не большинство. Но даже рыбы могут стать жертвой теплового загрязнения: привыкнув к подогретой воде, они оказываются беззащитными перед водой с естественной температурой, например, зимой, когда ТЭС по каким - либо причинам временно прекращает тепловые сбросы в реку (ремонт и т.д.).

Однако менее очевидные эффекты могут иметь более серьезные последствия. Например, влияние температуры на репродуктивную функцию организмов. Так, форели необходимы низкие температуры во-

ды летом для формирования нормальных, жизнеспособных икринок. Взрослые особи способны выжить в теплой воде, но они не смогут размножаться. Другой пример: повышение температуры может вызвать появление насекомых из яиц раньше, чем в обычных, без нагрева воды, условиях. Затем они погибают, так как в это время пища для них «еще не готова». В перспективе такие и подобные эффекты могут стать более губительными для популяции, чем непосредственная гибель от перегрева воды. Температура может оказывать воздействие на структуру всего водного сообщества. Например, изменение температуры может изменить конкурентные позиции различных видов. В целом повышение температуры ведет к упрощению водных сообществ, то есть число различных видов уменьшается, хотя количество представителей отдельных видов может быть велико. В исследованиях показано, что при 31°C число видов уменьшалось вдвое, чем при 26°C, при повышении температуры до 34°C исчезли еще 24 % видов. По-видимому, такие экосистемы гораздо менее устойчивы, чем исходная, более сложная экосистема.

Проблема теплового загрязнения имеет два измерения: глобальное (планетарное) и локальное. Можно допустить, что в глобальном масштабе это загрязнение (уровень 2000 г.) пока не велико и составляет лишь 0,019 % от поступающей на Землю солнечной радиации ( $\approx 1,68 \cdot 10^5$  млн. МВт), то есть ситуация находится в рамках правила одного процента. Правда, для глобальных систем, таких, как биосфера, их энергетика, по-видимому, не может превзойти уровень примерно 0,2 % от поступающей солнечной радиации (уровень энергетика фотосинтеза) без катастрофических последствий. Но ожидаемая в 2000 г. антропогенная энергетика (32 млн. МВт) пока еще меньше энергетика фотосинтеза ( $\approx 100$  млн. МВт), хотя по порядку величины фактически достигла данного принципиального порога.

Гораздо более впечатляющи локальные очаги теплового загрязнения в промышленных районах. Так, плотность потока антропогенного тепла от Земли на территории ФРГ в среднем составляет 1,6 Вт/м<sup>2</sup> (в 1973г. 33% этого тепла приходилось на коммунальную сферу, 25% - на электрические станции, 29% - на промышленность, 13% - на транспорт), в Вестфалии – 4,5 Вт/м<sup>2</sup>, в Руре – 17 Вт/м<sup>2</sup>, в Берлине – 22 Вт/м<sup>2</sup>. В центре Манхеттена – 630 Вт/м<sup>2</sup>, в зоне бумажной фабрики – 2000 Вт/м<sup>2</sup>, на угольной ТЭС 1000МВт – 24000 Вт/м<sup>2</sup>. Заметим, что максимальная плотность потока солнечной радиации вблизи поверхности Земли составляет  $\approx 935$  Вт/м<sup>2</sup>. Значит, тепловое загрязнение по ФРГ составляет в среднем 0,17 % от падающей на Землю радиации, а на отдельных территориях (в Руре, например) достигает 2 %. На основании этих данных легко представить, какого уровня достигнет тепловое загрязнение Земли, если все страны будут продвигаться к уровню энергопотребления, достигнутому в ФРГ. Тем более, что существуют мнения, что пороговой величи-

ной для антропогенной энергетики является величина 0,1 % от падающей на Землю солнечной радиации.

В большинстве промышленных стран установлены пределы теплового загрязнения. Они относятся, как правило, к режимам водоемов, так как по сложившейся технологии отвода «тепловых отходов» водоемы (реки, озера, моря) принимают основную часть сбросного тепла и наиболее страдают от теплового загрязнения. В Европе принято, что вода водоема не должна подогреваться больше чем на 3°C по сравнению с естественной температурой водоема. В США нагрев воды в реках не должен превышать +3°C, а в озерах - +1,3°C, в прибрежных водах морей и океанов 0,8°C летом и 2°C в остальное время. В России, согласно «Правилам охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами», действующим с 1975 г., температура воды в водоемах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения не должна повышаться более чем на 3°C по сравнению со среднемесячной температурой самого жаркого месяца за последние 10 лет.

В настоящее время около 30 % энергопотребления приходится на электроэнергетику, 35 % - на отопление и горячее водоснабжение, 30 % - на технологическое потребление тепла. Согласно статистике, из всех тепловых сбросов 18 % приходятся на отходы использования тепла, 22 % - на отопление и горячее водоснабжение и 42 % - на теплоконденсацию на ТЭС. Первый и третий виды сбросов, как правило, отводят непосредственно в атмосферу, второй и четвертый – через системы водяного охлаждения. Заметим, что внедрение установки Геллера позволяет отвести значительную часть потока теплового загрязнения от водоемов и направить ее в атмосферу. Хотя общий поток теплового загрязнения биосферы при этом остается неизменным, но тепловая нагрузка на водоемы ощутимо уменьшается, и облегчается участь водных сообществ (экосистем). И участь весьма не легкая. Так, в Нарвском водохранилище при сбросе подогретых на 8-10°C вод тепловое загрязнение охватывает зону радиусом 10 км. В реках тепловое загрязнение, связанное с повышением температуры на 8-10°C, сохраняется неизменным примерно на расстоянии 2 км вниз по течению, затем температура начинает снижаться.

Если говорить о масштабах теплового загрязнения атмосферы, то показательны такие виды оценки: от промышленного центра с населением 2 млн. человек, с электростанциями суммарной мощностью 4600 МВт и нефтехимическими заводами шлейф тепловых загрязнений распространяется на 80-120 км при ширине зоны загрязнения 50 км и высоте около 1 км.

Борьба с тепловым загрязнением, с инженерной точки зрения, идентична работе по энергосбережению. Чем на более высоком уровне находится энергосберегающая политика и работа, тем более интенсивно

ведется борьба с тепловым загрязнением. Положим, если бы удалось благодаря внедрению источников освещения с высокой светоотдачей и систем автоматического отключения источников света уменьшить энергопотребление на нужды освещения в 2 раза, то соответственно примерно в 2 раза уменьшилось бы и тепловое загрязнение, связанное с данным сектором энергопотребления. И так обстоит дело в любом секторе энергопотребления: в системе отопления жилых и производственных помещений, в сфере транспорта, в промышленных отраслях.

В проблеме теплового загрязнения присутствует и, по-видимому, будет присутствовать такой аспект: всегда стремиться найти полезное применение «тепловым отходам», а не просто сбрасывать тепло. Ниже приведены некоторые достаточно привлекательные способы утилизации тепловых отходов электростанций:

1. Орошение сельскохозяйственных земель (правда, это ведет к возрастанию безвозвратных потерь воды).

2. Использование в тепличном хозяйстве.

3. Подогрев свежей воды, поступающей на электростанцию, для предупреждения осаждения солей на стенках трубопроводов.

4. Поддержание северных морских гаваней в свободном ото льда состоянии.

5. Перегонка мазута и других тяжелых нефтепродуктов.

6. Аквакультура разведения рыб для вылова, выращивание теплолюбивых видов в северных районах.

7. Получение дополнительной электроэнергии, например, с помощью термоэлементов.

8. Защита животных в природе путем устройства подогреваемых зимой прудов для водоплавающей птицы.

9. Ликвидация туманов и очистка посадочных и рулевых дорожек при обеспечении безопасности в аэропортах.

10. Защита окружающей среды от виброакустических загрязнений.

11. Источники виброакустических воздействий.

## Глава 14. О формировании энергосберегающего поведения

Проблема энергосбережения - сложная и многоплановая, включающая в себя многие аспекты - от политических до технологических и технических. Однако без формирования прежде всего культуры разумного энергосбережения у всех слоев населения - от руководителей предприятий до коммунально-бытовых потребителей (всех жителей области, использующих энергию для своих нужд) - невозможна реализация всех важных и необходимых направлений энергосбережения.

В условиях несформированных разумных потребностей пользования энергией реализация Программы энергосбережения области будет постоянно сталкиваться с противодействием значительной массы населения. На сегодняшний день в общественном сознании существует ряд обыденных ложных стереотипов по поводу энергопотребления:

- «на наш век хватит»;
- «поскольку энергоресурсов у нас много, нам не надо заботиться о будущем поколении»;
- «мы платим из своего кармана и имеем право тратить».

В результате действий этих стереотипов возникла своеобразная психология “богатства в бедности”: “Энергия у нас дешевая, ее много и можно не задумываться и не беспокоиться о той цене, которую мы за нее платим”.

Однако эта цена складывается не только из материальных затрат, но из моральных и нравственных ценностей, которые мы привыкли пускать на ветер. Стереотип богатой и неисчерпаемой страны, который долгое время внедрялся в психику, привел к своеобразной бравате расточительства. Мы уже оказались у той черты, когда надо научиться считать - это уже нравственный долг и обязанность перед будущим.

Когда будут разрушены эти стереотипы, то сложатся условия для технических и технологических путей решения проблемы энергосбережения. Но разрушение без создания нового непродуктивно. Важно сформировать новое мышление энергопотребления, которое можно выразить так:

- будущее наших детей и внуков зависит от того, что мы им оставим в наследство;
- энергоресурсы ограничены самой природой, цена на них высока и будет постоянно расти;
- мы платим не только за то, что потребляем, но и за то, что расходует;
- производители должны заботиться о нас, производя энергосберегающие товары и услуги;

- затраты на все виды энергии несет, в конечном итоге, потребитель, т.е. каждый человек.

Осознавая как важность, так и сложность заявленной задачи, и понимая, что формирование общественного сознания - дело не сиюминутное, требующее долгого времени и многих усилий, можно наметить только некоторые направления, которые видны наиболее явно:

- создание юридически-правовой базы ответственности за энергопотребление;

- формирование образовательных программ на всех уровнях просвещения и образования;

- изучение общественного мнения, его мониторинг по вопросам энергосбережения и т.д.

Важнейшая роль в решении данной проблемы принадлежит средствам массовой информации (СМИ). Необходима мощная кампания по организации непрерывного информационного потока, воздействующего на различные группы участвующих в процессе усвоения новых норм и разрушения старых стереотипов. Именно СМИ могут оказать неоценимую помощь в решении проблемы разумного энергопотребления, стать союзником, помощником и строгим экспертом, так как каждый сотрудник СМИ также является и потребителем, и гражданином, осознавая свою ответственность перед настоящим и будущим.

Информационное влияние необходимо направить не на всех в общем, а на различные группы воздействия. Для каждой из них различны как пути, так и методы воздействия.

## Литература

### Литература к главе 1

1. Энергетическая политика Российской Федерации: Обзор/ Международное энергетическое агентство. – М., 1995.
2. Волкова Е., Макаров А., Макарова А., Савин В. Сценарии развития энергетики России // Промышленная энергетика. – 1996. - №2.
3. Экономия энергии – новый энергетический источник / Под ред. К.М. Майер-Абиха. – М., 1982.
4. Литвак В.В., Силич В.А., Яворский М.И. Региональный вектор энергосбережения – СТТ. - Томск, 1999.

### Литература к главе 2

1. Инструктивные материалы Главгосэнергонадзора России. - М., 1996.
2. Правила пользования электрической и тепловой энергией. - М., 1982.
3. ГОСТ 13109-97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

### Литература к главе 4

1. Более чем достаточно? Оптимистический взгляд на будущее энергетики мира / Под ред. Р. Кларка. – М., 1984.
2. Савенко Ю.Н., Штейгауз Е.О. Энергетический баланс (некоторые вопросы теории и практики) / Под ред. А.М.Некрасова – М., 1971.
3. Денвис Д. Энергия / Пер. с англ. Д. Вольфберга. - М., 1985.

### Литература к главе 5

1. ГОСТ 13109-97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
2. О порядке введения обязательной сертификации электрической энергии: Совместное решение Госстандарта РФ и Минтопэнерго РФ от 13.08.97г. № 1013.
3. РД 34.15.501-88. Методические указания по контролю и анализу качества электрической энергии в электрических сетях общего назначения.
4. ГОСТ 23875-88. Качество электрической энергии.
5. Энергосбережение: Методическое пособие для работников Энергонадзора и энергослужб предприятий. - Воронеж, 1998.

## **Литература к главе 6**

1. Об энергосбережении: Федеральный закон от 03.04.96г. N 28-ФЗ.
2. Временное положение о проведении энергетических обследований организаций / Минтопэнерго РФ. - М. 1996.
3. О введении обязательного обследования организаций на территории Томской области: Постановление Главы администрации Томской области от 9.09.96г. № 259.
5. ГОСТ Р 8.563-96. Методика выполнения измерений. Основные требования. – М., 1996.

## **Литература к главе 7**

1. Закон Об основах энергосбережения на территории Томской области: Закон Томской области от 28.01.97г. N 400.
2. Об оснащении приборами учета и контроля за использованием тепловой энергии: Постановление Главы администрации Томской области от 12.09.96г. № 258.
3. Рекомендации МИ 2412-97. ГСИ. Водяные системы теплоснабжения. Уравнения измерений тепловой энергии и количества теплоносителя. – М., 1997.
4. Правила учета расхода тепловой энергии и теплоносителя: П683 / Главгосэнергонадзор. – М., 1995.
5. ГОСТ 8.563. Диафрагмы, сопла ИСА 1932 и трубы Вентури, установленные в заполненных трубопроводах круглого сечения. – М., 1998.

## **Литература к главе 8**

1. Волконский В.А., Кузовкин А.И. Оптимальные тарифы на электроэнергию – инструмент энергосбережения. – М., 1991.
2. Гительман Л.Д., Ратников Б.Е., Гительман Л.Н., Лекомцева Ю.Г. Экономический механизм региональной энергетической политики. - Екатеринбург, 1997.
3. Денисов В.И., Яркин Е.В. Методы формирования двухставочных тарифов для субъектов рынка //Электрические станции. – 1997. – № 1.
4. Дроздова О.Н., Лисицын Н.В., Сюткин Б.Д. Об упорядочении тарифов и развитии конкуренции на рынке электрической энергии. //Энергетик. – 1997. - № 8.
5. Любимова Н.Г. Конкуренция и монополия (четыре модели рынка). - //Энергетическое строительство. – 1995. - № 1.

## Литература к главе 9

1. Айзенберг Ю.Б., Рожкова Н.В. Энергосбережение в светотехнических установках // Новости светотехники. - М., 1999. - Вып. 4(16).
2. Строительные нормы и правила РФ «Естественное и искусственное освещение», СНиП 23-05-95.
3. Искусственное освещение зданий. Раздел 4 проекта норм МГСН 2.01-98 «Энергосбережение в зданиях» //Светотехника. – 1999. - № 3.
4. Слейтер А.И. Об эффективности внутреннего освещения. //Светотехника. – 1996. - № 1-2.
5. Миллс Э. Государственная политика и программы США в области энергоэффективного освещения. - //Светотехника. – 1995. - № 4-5.
6. Аткинсон Б.А., Надел С.М. Стандарты США в области освещения. - //Светотехника. – 1995. - № 1.
7. Бубекри М. Стандарт США на эффективное использование электроэнергии на освещение. Версия 1997. - //Светотехника. – 1998. - № 3.
8. Аткинсон Б.А., Макмагон Дж.Е., Логи Т.Г., Джонс К.К., Линдсли Дж. Новое в стандартах США в области освещения. - //Светотехника. – 1995. - № 10.
9. Петров В.И. Новые европейские нормы освещения. Новости светотехники /Аналитический обзор зарубежной и отечественной литературы // Под ред. Ю.Б.Айзенберга. - М.: Дом Света, 1998.
10. Рихтер Х.И. Новые европейские нормы освещения рабочих мест, учебных заведений и учреждений здравоохранения. - // Светотехника. – 1997. - № 6.
11. Федюкина Г.В. О нормировании освещенности в общественных зданиях. - //Светотехника. – 1997. - № 6.
12. Аткинсон Б.А., Макмагон Дж.Е., Дженнингс Дж.Д., Ло К.У., Йансен Г.ЙЦ., Сегелен У.ван. Модель прогнозирования энергопотребления в осветительных установках (на примере Нидерландов). - //Светотехника. – 1994. - № 7.
13. Палмер Дж. Потребление электроэнергии на освещение в жилом секторе Великобритании. - //Светотехника. – 1996. - № 8.
14. Айзенберг Ю.Б. Проблемы энергосбережения в осветительных установках. - //Светотехника. – 1998. - № 6.
15. Горнов В.О., Прозорова М.С., Кулаков И.А., Ключев С.А. Светотехника в 1979-1980 годах. - //Светотехника. – 1981. - № 1.

16. Матев Д.П. Анализ возможностей экономии электрической энергии в системе комбинированного освещения. - //Светотехника. – 1998. - № 4.

17. Хайнрих М. Возможности и тенденции экономии электроэнергии при применении электронных пускорегулирующих аппаратов и светорегулирующей системы Luxcontrol в осветительных установках. - //Светотехника. - 1997. - № 1.

18. Вайнер Б.Г., Зонневельдт Л. Энергетические аспекты освещения зданий. - //Светотехника. - 1996. - № 9.

19. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б. Айзенберга. - М.: Энергоатомиздат, 1983.

20. ГОСТ 8045-75. Светильники для освещения улиц, дорог и площадей. Общие технические условия.

21. СТ СЭВ 172-75. Светильники электрические для наружного освещения: Технические требования и методы испытаний.

#### **Литература к главе 10**

1. Богословский В.Н. Тепловой режим здания. – М.: Стройиздат, 1979.

2. Беляев В.С., Хохлова Л.П. Проектирование энергоэкономичных и энергоактивных гражданских зданий: Учебное пособие для студентов вузов по специальности «Промышленное и гражданское строительство». – М.: ВШ, 1991.

3. Майнерт З. Теплоизоляция жилых зданий. – М.: Стройиздат, 1985

4. Умнякова Н.П. Как делать дом теплым: Справочное пособие. – М.: Стройиздат, 1992.

5. Энергосбережение. Москва, 1999, № 1, № 2.

#### **Литература к главе 11**

1. Федеральная целевая программа «Энергосбережение России» (1998-2005 г.г.) Москва, 1997.

#### **Литература к главе 12**

1. Ладанов И.Д. Практический менеджмент. Секреты современного бизнеса/ Пособие под ред Сергеюка П.М. – М., 1992.

#### **Литература к главе 13**

1. Бойко В.И., Кошелев Ф.П., Шаманин И.В. Ядерная энергетика в системе энергообеспечения общества и перспективы использования возобновляемых источников энергии. Материалы третьего всероссийского

научно-технического семинара «Энергетика: экология, надежность, безопасность». – Томск: Изд. ТПУ, 1997.

2. Бюллетень центра общественной информации по атомной энергии. – 1994. - №2. – С. 1 - 56.

3. Белов С.В., Барбинов Ф.А., Козьяков А.Ф. и др. Охрана окружающей среды / Под ред. Белова С.В. – М.: Высш.шк., 1991.

4. Малахов В.М., Сенич В.Н. Тепловые загрязнения окружающей среды промышленными предприятиями: Аналитический обзор / СО РАН. ГПНТБ; АООТ НПФ «Техэнергохимпром»; ООО «Химмашэкономия». – Новосибирск, 1997. - (Серия «Экология». Вып. 44).

5. Реввель П., Реввель Ч. Среда нашего обитания: В 4-х книгах. - Кн. 3. Энергетические проблемы человечества: Пер. с англ. – М.: Мир, 1995.

6. Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990.

7. Бекер А.А. Глобальные изменения климата – возможные причины и последствия. – Научные и технические аспекты охраны окружающей среды. Обзорная информация. – М.: ВИНТИ, 1998. - Вып. 4.

8. Дедю И.И. Экологический энциклопедический словарь. – Кишинев: Гл. ред. МСЭ, 1989.

9. Басуров В.Н. Возможности уменьшения эмиссии CO<sub>2</sub> за счет использования возобновляемых источников энергии в условиях глобального изменения природной среды и климата. – Научные и технические аспекты охраны окружающей среды. Обзорная информация. - М.: ВИНТИ, 1996. - Вып. 4.

10. Кутателадзе С.С., Москвичева В.М. Псахис Б.И. и др. Энергетические аспекты защиты окружающей среды от теплового и химического загрязнения. – Новосибирск: Ин-т теплофизики СО АН СССР, 1978.

12. Влияние термального загрязнения вод на водные организмы. Fish und Umwelt. – 1976, №2.

14. Langford T.E. Экология и охлаждающие воды электростанций. 9 th World Energy Conf., Detroit. – 1974 – Trans. Vol. 3. s.1., 9 th W.H. White, T.A. Anderson, D.L. Blumental – Science – 1976 – Vol. 194, № 4261.

Анатолий Иванович Гаврилин  
Сергей Алексеевич Косяков  
Валерий Владимирович Литвак  
Борис Владимирович Лукутин  
Наталья Николаевна Макарова  
Григорий Зямович Маркман  
Павел Григорьевич Маркман  
Александр Тимофеевич Овчаров  
Владимир Филиппович Панин  
Павел Николаевич Семенюк  
Николай Николаевич Харлов  
Леонид Моисеевич Шуф  
Михаил Иосифович Яворский

## **ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

Учебное пособие

Научный редактор  
доктор технических наук,  
профессор кафедры ОСУ ТПУ В. А. Силич

Редактор О. М. Васильева

Подписано к печати  
Формат 60x84/16. Бумага ксероксная.  
Плоская печать. Усл. печ. л. 7,67. Уч.-изд. л. 6,95.  
Тираж 200 экз. Заказ . Цена свободная.  
ИПФ ТПУ. Лицензия ЛТ № 1 от 18.07.94.  
Типография ТПУ. 634034, Томск, пр. Ленина, 30.