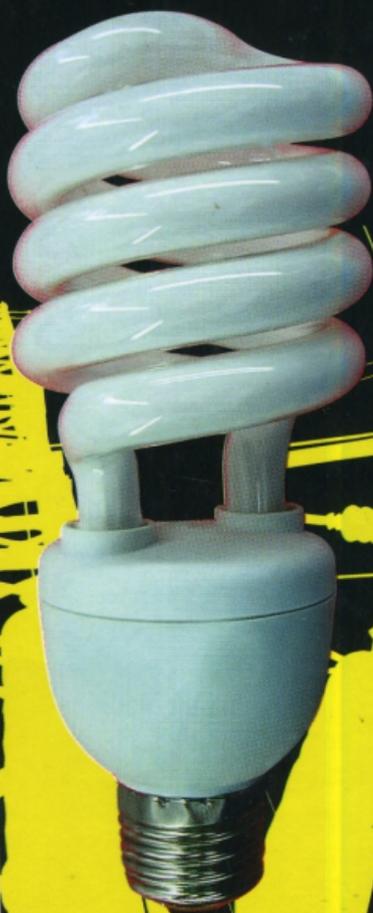


3197  
С 34

Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин

# Технология энергосбережения



А-33954

М. Ю. Сибикин, Ю. Д. Сибикин

# ТЕХНОЛОГИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

3-е издание, переработанное и дополненное

152 Допущено Министерством образования Российской Федерации  
в качестве учебника для студентов учреждений среднего  
профессионального образования, обучающихся  
по группе специальностей «Машиностроение»



МОСКВА  
2012

✓  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ КУЛЬТУРЫ  
"ОРЕНБУРГСКАЯ ОБЛАСТНАЯ  
УНИВЕРСАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА  
ИМ. Н.К. КРУПСКОЙ"

# Оглавление

---

---

Предисловие .....	3
Введение .....	5
<b>Глава 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭНЕРГЕТИКИ .....</b>	<b>9</b>
1.1. Термины и определения .....	9
1.2. Краткие сведения о теплопередаче .....	18
1.3. Энергетическое хозяйство промышленно развитых стран .....	26
1.4. Ресурсная обеспеченность мировой энергетики и перспективы ее развития .....	29
1.5. Современное состояние энергетики России .....	34
1.6. Стратегия развития отечественной энергетики до 2020 г. ....	44
<b>Глава 2. ОСНОВЫ ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЙ БАЗЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ПОЛИТИКИ .....</b>	<b>49</b>
2.1. Основные понятия и определения .....	49
2.2. Законодательство Российской Федерации об энергосбережении .....	50
2.3. Стандартизация, сертификация и метрология в области энергосбережения .....	52
2.4. Основы государственного управления энергосбережением .....	56
2.5. Международное сотрудничество в области энергосбережения .....	59

<b>Глава 3. ПЕРСПЕКТИВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ РОССИИ</b> .....	62
3.1. Общие сведения о Федеральной целевой программе «Энергосбережение России» .....	62
3.2. Этапы реализации программы «Энергосбережение России» .....	65
3.3. Региональные программы энергосбережения .....	67
3.4. Определение теоретически возможного потенциала энергосбережения .....	70
<b>Глава 4. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ И ЭНЕРГОАУДИТЫ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЯЮЩИХ ОБЪЕКТОВ</b> .....	76
4.1. Общие положения .....	76
4.2. Рекомендации по энергетическому аудиту промышленных предприятий .....	79
4.3. Анализ энергобаланса .....	82
4.4. Организация работ по аккредитации энергоаудиторских фирм .....	87
4.5. Методическое обеспечение энергоаудиторов .....	89
<b>Глава 5. ПРИРОДООХРАННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ</b> .....	91
5.1. Антропогенная деятельность и ее влияние на экологию .....	91
5.2. Основные направления экологической политики при развитии ТЭК .....	96
5.3. Виды вредностей и их воздействие на человека .....	99
5.4. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны .....	101
5.5. Охрана атмосферного воздуха от загрязнений промышленными предприятиями .....	106
5.6. Инвентаризация выбросов в атмосферу загрязняющих веществ тепловых электростанций и котельных .....	109
5.7. Организация контроля выбросов в атмосферу на тепловых электростанциях и в котельных .....	116

<b>Глава 6. ВАЖНЕЙШИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ПОЛИТИКИ</b> . . . . .	125
6.1. Энергосберегающие технологии в электроэнергетике России . . . . .	125
6.2. Энергосберегающие технологии в энергоемких отраслях промышленности . . . . .	133
6.3. Энергосберегающие технологии в теплоснабжении промышленных предприятий . . . . .	149
6.4. Энергосберегающие технологии в теплоснабжении муниципального хозяйства . . . . .	154
<b>Глава 7. ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ОБЪЕКТАХ РФ И ЗА РУБЕЖОМ</b> . . . . .	159
7.1. Опыт эффективного использования энергоресурсов в электроэнергетике . . . . .	159
7.2. Опыт рационального использования ТЭР в промышленности . . . . .	170
7.3. Опыт энергосбережения при эксплуатации котельных . . . . .	172
7.4. Опыт энергосбережения в системах отопления, горячего водоснабжения, вентиляции и кондиционирования . . . . .	176
<b>Глава 8. НЕТРАДИЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ ТОПЛИВА И ЭНЕРГИИ</b> . . . . .	183
8.1. Возобновляемые источники энергии . . . . .	183
8.2. Ветроэнергетика . . . . .	185
8.3. Геотермальная энергетика . . . . .	193
8.4. Солнечная энергетика . . . . .	198
8.5. Рациональное использование биомассы . . . . .	211
8.6. Энергетическое использование твердых бытовых отходов . . . . .	220
8.7. Малая гидроэнергетика . . . . .	230
8.8. Энергия морей и океанов . . . . .	234
8.9. Использование тепловых насосов . . . . .	235

<b>Глава 9. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА И РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ</b> .....	244
9.1. Новые виды жидкого и газообразного топлива .....	244
9.2. Синтетическое топливо из углей .....	245
9.3. Горючие сланцы .....	247
9.4. Битуминозные породы .....	248
9.5. Спиртовые топлива .....	249
9.6. Водородная энергетика .....	250
9.7. Перспективы развития ВИЭ .....	251
<b>Глава 10. ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ</b> .....	254
10.1. Система определений, понятий и классификация вторичных энергетических ресурсов .....	254
10.2. Определение выхода и использования ВЭР .....	260
10.3. Определение экономии топлива от использования ВЭР .....	264
10.4. Технологии использования ВЭР при эксплуатации и их учет при проектировании .....	268
10.5. Опыт экономии тепловой энергии за счет использования ВЭР .....	272
<b>Глава 11. ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ</b> .....	280
11.1. Нормативная и техническая документация узла учета тепловой энергии .....	280
11.2. Учет тепловой энергии и теплоносителя, отпущенных в водяные системы теплоснабжения .....	283
11.3. Учет тепловой энергии и теплоносителя, отпущенных в паровые системы теплоснабжения .....	285
11.4. Учет тепловой энергии и теплоносителя, полученных водяными системами теплотребления .....	287

---

11.5. Учет тепловой энергии и теплоносителя, полученных паровыми системами теплоснабжения	292
11.6. Основные требования к приборам учета тепловой энергии	294
<b>Глава 12. ДОПУСК И ЭКСПЛУАТАЦИЯ УЗЛОВ УЧЕТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ</b>	<b>297</b>
12.1. Допуск узла учета источника теплоты в эксплуатацию	297
12.2. Допуск узла учета тепловой энергии потребителя в эксплуатацию	299
12.3. Эксплуатация узла учета тепловой энергии на источнике теплоты	302
12.4. Эксплуатация узла учета тепловой энергии у потребителя	303
<b>Глава 13. ЭКОНОМИКА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ</b>	<b>308</b>
13.1. Нормирование расхода теплоты	308
13.2. Структура издержек энергопредприятий	310
13.3. Определение себестоимости электрической и тепловой энергии	313
13.4. Формирование тарифов на электрическую и тепловую энергии	315
13.5. Энергонadzор и его функции	320
13.6. Эффективность энергосберегающей политики	321
13.7. Показатели эффективности энергосберегающего проекта	324
<b>Список основных сокращений</b>	<b>332</b>
<b>Список литературы</b>	<b>333</b>
<b>Приложение 1. Учет и отчетность по использованию вторичных энергоресурсов</b>	<b>336</b>
<b>Приложение 2. Пример составления электробаланса</b>	<b>339</b>
<b>Приложение 3. Приборы и средства для проведения энергоаудита</b>	<b>343</b>

## Глава 3

# ПЕРСПЕКТИВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ РОССИИ

---

---

### 3.1. Общие сведения о Федеральной целевой программе «Энергосбережение России»

За последние годы энергоемкость отечественной экономики возросла на 46 %, затраты энергоресурсов на производство металла в среднем увеличились на 30 %.

Потери электроэнергии в сетях общего пользования выросли до 13,5 % от объема производства.

Ежегодные потери нефти оцениваются в 10...12 млн т, что составляет 3,7 % от объема производства.

Ежегодные потери моторных топлив оцениваются в 5,7 % от объема их производства.

Доля энергозатрат в себестоимости продукции и услуг существенно увеличилась и составляет в среднем на транспорте 17 %, в сельском хозяйстве — 11 %, в промышленности — 18 %, а в ряде масштабных производств достигает 40 и даже 60 %.

Эти негативные тенденции в использовании топливных и энергетических ресурсов явились причинами разработки федеральной целевой программы «Энергосбережение России». Такая программа сформирована и была утверждена Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.01.98 г. № 80. Цель программы — обеспечение перехода отечественной экономики в период 1998—2005 гг. на энергосберегающий путь развития, повышение конкурентоспособности российской промышленной продукции и улучшение на этой основе условий жизни населения.

За период ее реализации — с 1998 по 2005 гг. — предусматривается сэкономить от 365 до 435 млн т у. т., что должно уменьшить энергоемкость ВВП на 13,4 %.

Необходимо отметить, что каждый процент экономии энерго-ресурсов обеспечивает прирост национального дохода на 0,35 %.

Стоимость программы оценивается ее разработчиками в 55,3 млрд р. (в ценах 1998 г.). Предусматривается, что финансирование из федерального бюджета будет самым минимальным и не превысит 3 % от ее общей стоимости.

Предполагается также, что около 25 % всех инвестиций для реализации программы будет получено из специальных региональных фондов и из местных бюджетов, столько же — от прибыли паевых специализированных инвестиционных фондов, а также от выпуска ценных бумаг. Финансирование в объеме 15...20 % планируется обеспечить за счет выделения государственных кредитов. Остальные средства, как надеются разработчики программы, будут инвестированы самими предприятиями.

Федеральная целевая программа «Энергосбережение России» охватывает следующие основные направления (табл. 3.1):

- ТЭК, где должны быть существенно снижены за счет энергосбережения тарифы и цены на энергоресурсы;
- жилищно-коммунальное хозяйство, где должны быть существенно снижены затраты на топливо- и энергообеспечение населения из бюджетов всех уровней;
- энергоемкие отрасли промышленности, где в результате осуществления программных мероприятий должны снизиться издержки и на этой основе повыситься конкурентоспособность производимой продукции.

В качестве первоочередных мер программой предусмотрено развитие нормативно-правовой базы энергосбережения. Реализуя эту меру Минтопэнерго России своевременно утвердило «Правила проведения энергетических обследований предприятий», «Правила учета энергетических ресурсов», «Правила лимитирования потребления электрической и тепловой энергии», «Методику формирования лимитов потребления энергии организациями, финансируемыми из бюджета», «Правила пользования тепловой и электрической энергией в Российской Федерации», пересмотрело нормы тепловых потерь в зданиях и др.

Важное значение в программе уделено вопросам государственной поддержки энергосбережения, которая осуществляется в форме предоставления исполнителям средств на возвратной ос-

Таблица 3.1. Потенциал энергосбережения и объемы экономии в период 1998—2005 гг.

Отрасли ТЭК, ЖКХ и промышленности	Потенциал энергосбережения, млн т у. т.	Экономия ТЭР в 2005 г. по сравнению с 1995 г., млн т у. т.	Суммарная экономия ТЭР за период 1998—2005 гг., млн т у. т.	Использование потенциала энергосбережения, %
Отрасли топливно-энергетического комплекса, ТЭК	110...130	33...37	136...155	28...30
Жилищно-коммунальное хозяйство, ЖКХ	65...75	22...25	93...110	30...34
Энергоемкие отрасли промышленности	100...125	33...40	136...170	32...33
ВСЕГО по отраслям ТЭК, ЖКХ и промышленности	275...330	88...102	365...435	30...32

нове, 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;
- внебюджетный целевой источник государственного заказчика данной программы — 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, а в соответствии с утвержденной программой — для финансирования на первом этапе оснащения потребителей регионов приборами и системами учета и регулирования расхода энергетических ресурсов.

### 3.2. Этапы реализации программы «Энергосбережение России»

Программу энергосбережения предусматривалось реализовывать в два этапа, сопряженных во времени с проводимой в стране жилищно-коммунальной реформой, первый этап — 1998—2000 гг. и второй — 2001—2005 гг.

В начале первого этапа, приходящегося в соответствии с Основными направлениями энергетической стратегии России на период осуществления комплекса антикризисных мер в экономике и в энергетическом хозяйстве, основными направлениями работы в области энергосбережения были:

- разработка и принятие субъектами РФ законодательных актов, направленных на регулирование отношений в регионах России в сфере производства и услуг, рационального использования и экономного расходования топлива и энергии с учетом требований Федерального закона «Об энергосбережении» и других нормативно-правовых документов;
- создание системы управления энергопотреблением и энергосбережением в регионах на основе децентрализации и антимонопольного законодательства и повышения роли регионов в энергосбережении;
- оказание финансовой поддержки энергосбережения со стороны государства за счет целевых бюджетных ассигнований и внебюджетных целевых средств, средств региональных фондов энергосбережения с целью инвестирования наиболее эффективных энергосберегающих проектов и программ;
- организация работ по оснащению потребителей приборами и системами учета и регулирования расхода энергоресурсов, а также средствами и оборудованием энергосберегающей электротехники;
- дальнейшее совершенствование системы цен на топливо и энергию с приведением внутренних цен в соответствие с затратами на их производство и доставку потребителям и устранением несоответствия с ценами на основную промышленную продукцию. Это увеличит эффект от предлагаемых законодательных, административных, научно-технических и иных энергосберегающих мер, о чем свидетельствует весь предыдущий опыт в стране и за рубежом.

- дальнейшее совершенствование системы тарифов на электрическую и тепловую энергию и цен на природный газ для потребителей с консолидацией на этой основе части средств, необходимых для финансирования энергосбережения в регионах в соответствии со статьей 14 Федерального закона «Об энергосбережении»;
- введение в действие рыночных механизмов мобилизации средств, в том числе населения, а также механизмов, обеспечивающих привлечение заемных средств российских и зарубежных инвесторов.

Особое внимание при достижении целей энергосбережения на первом этапе было уделено организации массового производства и оснащения всех категорий энергопотребителей относительно дешевыми и качественными коммерческими средствами учета и регулирования расхода топлива и энергии, что является непременным условием достижения предусмотренных в программе объемов экономии энергоресурсов.

Исключительно важное значение это мероприятие имеет для сферы жилищно-коммунального хозяйства, где приборный учет и регулирование расхода энергоресурсов позволят решить социальные задачи, связанные с энергообеспечением населения при сокращении и последующей отмене дотаций в жилищно-коммунальном секторе за счет исключения переплат за энергоресурсы.

На втором этапе должны получить свое дальнейшее развитие создание и освоение производителями принципиально новых малоэнергоемких технологий, высокоэффективных в энергетическом отношении видов оборудования, технических средств и материалов как за счет внедрения достижений научно-технического прогресса, так и за счет совершенствования структуры производства и расширения сферы услуг. В общем объеме валового внутреннего продукта будет постоянно возрастать доля наукоемких и энергоэкономичных производств, появится возможность приступить, исходя из более благоприятной экономической ситуации, к реализации крупных инвестиционных проектов, финансируемых в основном за счет заемных средств российских, а также зарубежных инвесторов. В результате наращивания объемов экономии энергетических ресурсов во всех сферах экономики и сокращения затрат производителей промышленной продукции на энергообеспечение произойдет повышение конкурентоспособности российской промышленной продукции.

На этом этапе будет также завершено создание системы показателей энергетической эффективности в составе государственных стандартов и производственной базы по выпуску энергоберегающего оборудования и комплексов.

### 3.3. Региональные программы энергосбережения

Важным фактором, определяющим необходимость региональной энергетической политики, является федеративное устройство России. Разделение властных функций, прав собственности и ответственности за топливо и энергообеспечение регионов между федеральными органами и субъектами Федерации ускоряет процессы децентрализации управления народным хозяйством и расширяет экономическую самостоятельность территориально-государственных образований.

Региональная энергетическая политика в этих условиях призвана реализовать на рыночных началах выбранную стратегию развития энергетики России и важнейшего ее направления — энергоснабжения, в интересах как государства в целом, так и его составных частей-субъектов Федерации.

При этом в области энергосбережения федеральные органы формируют главным образом нормативно-правовую базу и осуществляют координацию работ по межотраслевым и межрегиональным проблемам энергосбережения. Федеральные органы играют также ведущую роль в создании материально-технической базы энергосбережения, что и отражено в программе «Энергосбережение России».

Главным средством реализации региональной энергетической политики являются региональные энергетические программы, разрабатываемые, как правило, на 15—20-летний период. В ходе разработки таких программ в большинстве регионов впервые формулируются цели и задачи энергетической политики на своей территории, прорабатываются механизмы ее реализации, разрабатываются конкретные мероприятия с включением в них дочерних организаций естественных монополий.

На базе региональных энергетических программ формируются региональные программы энергосбережения, примерная структура которой представлена ниже.

В региональной программе энергосбережения сконцентрированы:

- паспорт программы;
- характеристика региона, экономики и социальных условий развития;
- цели, задачи и основные положения программы;
- характеристика потребления энергоресурсов;
- характеристика топливно-энергетического комплекса;
- этапы реализации программы;
- оценка затрат на реализацию программы и направления их расходования;
- нормативно-правовое обеспечение программы. Стандартизация и сертификация. Ценовая, налоговая, бюджетная политика и тарифы;
- основные направления экономики ТЭР:
  - экономия энергоресурсов в промышленности;
  - энергосбережение на предприятиях энергетики;
  - экономия энергоресурсов в жилищно-коммунальном хозяйстве;
  - экономия энергоресурсов в сельском хозяйстве;
  - экономия энергоресурсов на транспорте;
  - повышение энергоэффективности систем теплоснабжения;
  - утилизация вторичных энергоресурсов и отходов производства. Использование средств автономной и малой энергетики;
- источники и механизмы финансирования программы;
- информационное обеспечение программы энергосбережения. Подготовка кадров. Реклама и пропаганда;
- объекты демонстрационной зоны;
- оценка экономической, социальной и экологической эффективности программы;
- управление энергосбережением.

Главная цель региональной программы энергосбережения — разработка стратегии и первоочередных мер в области энергосбережения, направленных на улучшение социальных условий жизни населения, с учетом меняющихся экономических условий, действующего федерального и регионального законодательства, проведения ценовой и тарифной политики в регионах. При этом решаются следующие основные задачи управления энергосбережением:

- разрабатывают нормативно-правовой блок, основу которого составляют региональный закон «Об энергосбережении» с

нормами преимущественно прямого действия, а также нормативные правовые документы, принимаемые субъектами РФ. Региональные законы и нормативно-правовые документы должны соответствовать положениям федерального закона «Об энергосбережении» и другим нормативно-правовым актам федерального уровня;

- создают программный блок, содержащий региональную среднесрочную программу энергосбережения. Этот блок включает пакет инвестиционных и инновационных энергосберегающих проектов и подпрограмму оснащения предприятий и организаций (в первую очередь бюджетной и муниципальной сферы) приборами учета и регулирования расхода энергоресурсов, а также электротехническим энергосберегающим оборудованием и устройствами;
- формируют блок финансового обеспечения программы энергосбережения за счет консолидации средств в порядке, предусмотренном статьей 14 федерального закона «Об энергосбережении». Согласно этому закону региональные энергетические комиссии при определении тарифов на электрическую и тепловую энергию должны учитывать экономически обоснованные затраты потребителей электро- и теплоэнергии на энергосбережение. Порядок консолидации указанных средств и порядок их использования в целях финансирования энергосберегающих проектов определяются органами исполнительной власти субъектов РФ. В этом же блоке предусматриваются все другие источники финансирования программы, не противоречащие законодательству, а также порядок их формирования, направления, сроки использования и система гарантий возврата инвестиций;
- создается блок управления, определяющий организационные структуры энергосбережения на территории субъекта РФ, обеспечивающие управление финансовыми ресурсами и соответствующими региональными программами энергосбережения.

Региональные проблемы энергосбережения и пути их решения в программе «Энергосбережение России» проработаны с учетом предложений и конкретных мероприятий по энергосбережению, поступивших от 57 субъектов Российской Федерации.

Большое внимание при этом уделено концентрации финансовых и материально-технических ресурсов на обеспечение од-

ной из важнейших региональных проблем при проведении жилищно-коммунальной реформы — существенному сокращению, а за пределами 2005 г. и прекращению непомерных для местных бюджетов дотаций на оплату энергоресурсов, потребляемых в жилищно-коммунальном хозяйстве.

В процессе реализации программы ожидаются следующие конечные результаты:

общая величина сэкономленных в период 1998—2005 гг. энергетических ресурсов достигнет 365...435 млн т у. т. На первом этапе, в 1998—2000 гг. экономия энергоресурсов составит 53...69 млн т у. т. Это позволит снизить энергоемкость ВВП к концу первого периода на 5,3 %, а к 2006 г. — на 13,3 %.

### **3.4. Определение теоретически возможного потенциала энергосбережения**

Для унификации оценок экономии ТЭР и возможности обобщения в масштабах страны региональных энергетических программ, особенно в части энергосбережения предлагается использовать приведенные ниже рекомендации.

В числе основных направлений экономии в Пояснительной записке региональной долгосрочной программы должны быть указаны:

- снижение расхода котельно-печного топлива;
- уменьшение расхода электроэнергии;
- увеличение использования вторичных энергетических ресурсов;
- экономия энергоресурсов на всех видах транспорта, в сельском хозяйстве, в коммунально-бытовом хозяйстве городов;
- использование атомной энергии и возобновляемых источников энергии.

В представляемые материалы необходимо включать мероприятия по экономии ТЭР, вытекающие из конкретных условий состояния и развития региона.

База для сравнения — фактические показатели удельных расходов ТЭР в 1998 г. Необходимо сопоставить удельные расходы ТЭР на производство продукции, работ или на однотипные процессы в России и развитых капиталистических странах и обос-

новать имеющиеся расхождения. Федеральным законом «Об энергосбережении» и программой «Энергосбережение России» были поставлены задачи улучшить использование ТЭР, шире вовлекать вторичные энергетические ресурсы. Этим задачам соответствуют следующие основные мероприятия:

- разработка конструкций и организация производства новых типов технологического и энергетического оборудования и транспортных средств, требующих меньших удельных затрат ТЭР;
- замена и модернизация устаревшего оборудования, транспортных средств;
- рациональный выбор энергоносителей;
- интенсификация технологических процессов;
- разработка и внедрение менее энергоемких технологических процессов, обеспечивающих снижение удельных расходов ТЭР;
- использование ТЭР и исходного сырья улучшенного качества;
- комбинирование технологических производств, комплексное использование топлива и сырья;
- устранение или снижение потерь ТЭР при транспортировке и хранении;
- снижение потребления электрической энергии в пиковой части графика электрической нагрузки энергосистемы;
- улучшение тепловой изоляции зданий и технологических аппаратов;
- снижение сопротивления движению транспортных средств;
- расширение пропускной способности транспортных узлов и дорожных путей;
- строительство новых дорожных путей улучшенного качества; переключение грузопотоков с энергоемкого на менее энергоемкий вид транспорта;
- экономия энергоемких материалов;
- совершенствование систем эксплуатации топливо- и энергопотребляющего оборудования и транспортных средств;
- создание менее энергоемких и безотходных технологий и т. д.

Кроме того, целесообразно оценить экономию ТЭР при совершенствовании систем управления предприятиями региона, включая использование ЭВМ.

Наряду с экономией повышение эффективности использования ТЭР включает также:

- замену дефицитных ТЭР менее дефицитными;
- снижение затрат на транспорт ТЭР;
- получение из нетранспортабельных топлив транспортабельных видов ТЭР и т. д.

Предусматриваемые долгосрочной региональной программой мероприятия должны быть конкретными, например, «увеличение доли работы, выполняемой дизельным автотранспортом», «установка котлов-утилизаторов» и т. д.

В расчетах экономии ТЭР следует определять на последний год (2015 г.) программы по сравнению с уровнем 1998 г., как результат осуществления мероприятий за период 1998—2005 гг. и 2005—2015 гг.

Методы расчетов экономии ТЭР зависят от содержания мероприятий и исходной информации.

1. Экономия ТЭР в общем случае можно определять по разности удельных расходов ТЭР до и после осуществления мероприятия:

$$B_{\text{ТЭР}} = (q_c - q_n)A, \quad (3.1)$$

где  $q_c$  и  $q_n$  — существующий и прогнозируемый удельные расходы ТЭР соответственно;  $A$  — объем выпуска продукции.

2. Снижение или устранение прямых потерь ТЭР.

Экономия определяется по результатам замеров, имеющимся аналитическим зависимостям и т. д.

3. Использование вторичных энергоресурсов (подробно рассмотрено в § 10.2).

4. Внедрение более экономичного топливно- или энергоиспользующего оборудования, транспортных средств.

Расчет экономии рекомендуется осуществлять прямым счетом, по изменению удельных расходов ТЭР на производство продукции на заменяемом оборудовании, по изменению расхода ТЭР на единицу оборудования (например, станок), по относительному снижению расхода топлива и т. п.

5. Экономия ТЭР за счет снижения использования энергоемких материалов.

Экономия топлива, тыс. т у. т., за счет снижения веса изделий, применения специальных профилей проката, снижения припуска на обрабатываемые изделия, увеличения количества

изделий, получаемых путем штамповки и другими методами, рассчитывается по формуле

$$B_{\text{ТЭР}} = q_{\text{ТЭР}} A(a_1 - a_2), \quad (3.2)$$

где  $q_{\text{ТЭР}}$  — удельный расход ТЭР на получение энергоемких материалов т у. т./т продукции;  $a_1$  и  $a_2$  — удельный расход энергоемких материалов на изготовление продукции соответственно до осуществления мероприятий и после, т/т продукции.

6. Экономия ТЭР от комплексного использования топлива и энергии.

Комплексное использование топлива и энергии предусматривает наряду с технологическим использованием топлива и энергии, получение дополнительной энергии, например, за счет установки противодавленческих турбин за котельными агрегатами средних и малых мощностей и др.

Экономия ТЭР, тыс. т у. т., в этом случае определяется по формуле:

$$B_{\text{ТЭР}} = q_{\text{ТЭР}}^{\text{зам}} W - (q''_{\text{ТЭР}} - q'_{\text{ТЭР}}) \cdot A, \quad (3.3)$$

где  $W$  — дополнительная годовая выработка энергии, млн Гкал или млрд кВт · ч;  $q_{\text{ТЭР}}^{\text{зам}}$  — удельный расход топлива для получения того же вида энергии на замещаемой установке (котельной или ТЭЦ) при выработке тепловой энергии, т у. т./Гкал; конденсационной электростанции при выработке электрической энергии, т у. т./(МВт · ч);  $q'_{\text{ТЭР}}$  и  $q''_{\text{ТЭР}}$  — удельные расходы ТЭР на выпуск продукции по базовому варианту и варианту с комплексным использованием ТЭР соответственно, т у. т./т продукции.

7. Экономия ТЭР при применении комбинированных технологических производств или комплексном использовании сырья.

При комбинировании технологических процессов или комплексном использовании сырья экономия ТЭР достигается в результате меньшего расхода ТЭР на производство нескольких видов продукции в комбинированном производстве по сравнению с их раздельным производством в базовом варианте. Экономия ТЭР, тыс. т у. т., рассчитывается по формуле

$$B_{\text{ТЭР}} = q_{\text{ТЭР}i} A_i - B_{\text{комб}}, \quad (3.4)$$

где  $q_{\text{ТЭР}i}$  — удельный расход ТЭР в производстве отдельного  $i$ -го вида продукции;  $A_i$  — объем выпуска  $i$ -го вида продукции;

$V_{\text{комб}}$  — расход ТЭР на получение тех же видов и одинакового объема продукции в комбинированном производстве, т у. т.

8. Экономия топлива достигается за счет оптимизации графика электрической нагрузки энергосистемы.

Экономия топлива достигается за счет выработки электроэнергии на более экономичном оборудовании путем перевода работы некоторых потребителей электрической энергии из пиковой в провальную часть графика электрической нагрузки энергосистемы.

В этом случае расчетная формула имеет вид:

$$V_{\text{ТЭР}} = P_{\text{ср}} \tau \Delta q, \quad (3.5)$$

где  $P_{\text{ср}}$  — среднее снижение максимума электрической нагрузки, тыс. кВт;  $\tau$  — длительность прохождения максимума, ч;  $\Delta q$  — дополнительный удельный расход топлива для выработки энергии, вызванный необходимостью использования для покрытия максимума нагрузки низкоэкономичного оборудования или использования базового оборудования в нерабочем режиме.

Эта величина должна учитывать затраты топлива на содержание части мощности в горячем резерве.

9. Экономия ТЭР за счет внедрения новых менее энергоемких технологических процессов и совершенствования действующих.

Экономия по этой группе мероприятий в общем случае рассчитывается прямым счетом, по изменению удельных расходов под влиянием мероприятий. Если новая технология влияет на расход ТЭР в последующих переделах, то в расчет экономии надо включать изменение расхода ТЭР по этим переделам.

10. Экономия ТЭР за счет реализации организационных мероприятий. При осуществлении таких мероприятий, как централизация энергоснабжения, внедрение систем автоматического регулирования, экономия ТЭР рассчитывается достаточно точно прямым счетом по аналитическим зависимостям, с учетом изменений удельных расходов ТЭР.

При осуществлении организационных мероприятий, характеризующихся высокой степенью неопределенности исходной информации (например, оснащение приборами контроля потребителей энергии, совершенствования системы снабжения или стимулирования за экономию ТЭР), расчеты экономии ТЭР возможно выполнять на базе статистических показателей, путем со-

поставления затрат (или потерь) энергии на оцениваемом производстве с показателями аналогичных производств на передовых предприятиях страны, за рубежом, по экспертным оценкам и др.

11. Оценка годового нерационального расхода электроэнергии, например, двигателя при его неполной загрузке производится по выражению:

$$dW_{эл} = 0,1 (P_n - P_d) T, \quad (3.6)$$

где  $T$  — время работы двигателя;  $P_n$  — номинальная паспортная мощность двигателя, кВт;  $P_d$  — реальная развиваемая двигателем мощность, кВт.

Для асинхронных двигателей эффективно применение автоматического частотно-регулируемого электропривода, дающего экономию электроэнергии не ниже 50...60 %, что позволяет в среднем обеспечить срок окупаемости такой установки 1—2 года. Особенно эффективны такие частотно-регулируемые приводы для вентиляторов и насосов.

### Контрольные вопросы

1. Какие негативные факторы способствовали разработке и утверждению Правительством РФ целевой программы «Энергосбережение России»?
2. Каков потенциал программы энергосбережения?
3. Как финансируется программа энергосбережения?
4. Расскажите об этапах реализации программы.
5. Как разрабатывают региональные программы энергосбережения?
6. Как определяют теоретически возможный потенциал энергосбережения?
7. Как оценить нерациональный расход электроэнергии?
8. Как оценить экономию ТЭР за счет снижения использования энергоемких материалов?
9. Как определить экономию ТЭР при применении комбинированных технологических производств или комплексном использовании сырья?