



ТОЛЬЯТТИНСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

С.В. Шаповалов, О.В. Самолина, Н.А. Шаповалова

# ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

---

*Учебное пособие*

Тольятти  
Издательство ТГУ  
2012

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Тольяттинский государственный университет  
Институт энергетики и электротехники  
Кафедра «Электроснабжение и электротехника»

С.В. Шаповалов, О.В. Самолина, Н.А. Шаповалова

**ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ  
ТЕХНОЛОГИИ**

Учебное пособие

Тольятти  
Издательство ТГУ  
2012

УДК 621.311.1.004

ББК 31.29-5

Ш241

Рецензенты:

к.т.н., доцент Московского энергетического института (ТУ)

*С.А. Цырук;*

к.т.н., доцент Тольяттинского государственного университета

*В.В. Вахнина.*

**Ш241** Шаповалов, С.В. Энергосбережение и энергосберегающие технологии : учеб. пособие / С.В. Шаповалов, О.В. Самолина, Н.А. Шаповалова. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2012. – 99 с. : обл.

Представлены основные вопросы, положения, структура, содержание и мероприятия по энергосбережению в системах электроснабжения промышленных предприятий. Рассмотрены методические указания по проведению энергетических обследований.

Учебное пособие составлено в соответствии с программой дисциплины «Энергосбережение и энергосберегающие технологии» для магистрантов, обучающихся по направлениям подготовки 140600.68 «Электротехника, электромеханика и электротехнология» и 140400.68 «Электроэнергетика и электротехника».

УДК 621.311.1.004

ББК 31.29-5

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом Тольяттинского государственного университета.

© ФГБОУ ВПО «Тольяттинский  
государственный университет», 2012

## ВВЕДЕНИЕ

Мировой опыт планирования и реализации энергосберегающей политики имеет более чем четвертьвековую историю. Явившись ответом на резкий рост цен на мировых топливных рынках в 70-х годах прошлого века, энергосбережение и сегодня остается важнейшим направлением энергетической политики многих стран мира.

Развитие общества находит выражение в растущей необходимости удовлетворения определенных потребностей. Удовлетворение большей части этих потребностей связано с необходимостью потребления энергии непосредственно либо для производства товаров или оказания услуг. Таким образом, использование энергии является жизненно важным для социально-экономического развития и вносит свой вклад в улучшение условий жизни, повышая комфортность жилья, совершенствуя средства передвижения, облегчая условия труда и т. д.

Одной из основ промышленной цивилизации всегда было крупномасштабное и все возрастающее потребление энергии как в области производства продукции, так и в сфере их потребления. В связи с этим в некоторых странах негативное воздействие на окружающую природу, человека и его здоровье, вызванное производством и потреблением энергии, достигло угрожающего уровня.

До недавнего времени лишь экономические ограничения или в отдельных случаях трудности с доступом к топливно-энергетическим ресурсам (географического или политического характера) являлись сдерживающими факторами наращивания объемов производства и потребления энергии. Расширение энергетического сектора, связанное с необходимостью удовлетворения возрастающих нужд общества в энергии, рассматривалось как беспредельное.

Несмотря на весьма существенное замедление с середины 70-х годов прошлого века темпов роста энергопотребления в промышленно развитых странах, при сохранении существующей динамики к 2030 году энергопотребление в мире удвоится.

Промышленно развитые страны, прежде всего те из них, которые используют энергию наиболее неэффективно, могут значительно сократить ее расходование без ухудшения уровня жизни и негативного влияния на экономику. Развивающиеся страны также

могут повысить уровень своего благосостояния при более низких темпах роста потребления энергии, чем это осуществлялось в прошлом в развитых странах. И в тех и в других странах энергосбережение явится важным фактором, улучшающим как экономические показатели, так и состояние окружающей среды.

Энергосбережение – это фактор экономического развития, на практике показавший, что во многих случаях дешевле осуществить меры по экономии энергии или вообще избежать ее использования, чем увеличить ее производство. Это означает, что финансовые ресурсы, предназначенные для расширения производства энергии, могли бы быть направлены на другие виды деятельности по повышению жизненного уровня людей. Велико и непосредственное влияние роста эффективности использования энергии на производственную деятельность в плане повышения продуктивности и конкурентоспособности промышленности.

Проблема энергосбережения – одна из наиболее актуальных для народного хозяйства России в настоящее время и ее необходимо решать в кратчайшие сроки.

Одними из основных потребителей топливных ресурсов в России являются тепло- и электрогенерирующие станции (ТЭЦ, ТЭС, ГРЭС), ежегодно расходующие более 350 млн т условного топлива (т.у.т.). Состояние парка этих станций не удовлетворяет современным требованиям как по расходу топлива, так и по экологическим показателям.

С большими расходами топливных ресурсов связаны и промышленные технологические процессы, и в первую очередь металлургия.

В связи с решением задачи удвоения ВВП к 2015 году потребуются увеличение внутреннего рынка энергоресурсов: электроэнергии – до 1265 млрд кВт·ч.; тепловой энергии – до 1810 млн Гкал. Поэтому одним из приоритетов в деятельности топливно-энергетического комплекса (ТЭК) является принятие мер по эффективному использованию топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) и создание условий для перевода экономики страны на энергосберегающий путь развития.

По данным ученых, потенциал энергосбережения составляет 30...35% современного энергопотребления в стране, или 350...400 млн т.у.т. Использование большей части этого потенциала дешевле в несколько раз по сравнению с затратами, необходимыми на добычу и производство конечных энергоносителей.

Национальная стратегия энергосбережения будет работать только в том случае, если она будет руководствоваться следующими принципами:

- осознанием существования тесной взаимосвязи развития экономики и состояния окружающей среды на региональном уровне и в мировом масштабе;
- необходимостью постоянного улучшения состояния окружающей среды и качества жизни как в развивающихся, так и в промышленно развитых государствах;
- обязательным вовлечением всех слоев общества в процесс решения этих проблем и их участием в успешном осуществлении этих принципов;
- энергетическая и экономическая политика страны и каждого региона должна быть достаточно гибкой;
- международное сотрудничество в области энергосбережения должно быть усилено в рамках уже существующей деятельности региональных и международных организаций, банков развития, двусторонних соглашений и т. д.

Однако только понимания необходимости и желания осуществлять энергосберегающие мероприятия для достижения общего успеха энергосберегающей политики в стране явно недостаточно. Для этого на уровне конечного потребителя нужно прежде всего знать, как это сделать и каков наиболее оптимальный для этого путь, а также иметь необходимые компоненты технических, финансовых и организационных средств. В более широком масштабе для этого, как свидетельствует опыт ведущих промышленно развитых стран мира, необходима квалифицированная разработка комплексов мероприятий по организационному, нормативно-правовому, финансово-экономическому, научно-техническому и информационно-образовательному направлениям энергосберегающей политики. Требуется знание спектра имеющихся возможностей энергосбере-

жения в каждой конкретной отрасли экономики, умение выбрать наиболее подходящие по технико-экономическим критериям для различных категорий энергопотребителей мероприятия и определить последовательность их реализации.

Для перестройки энергоемких составных частей народного хозяйства на энергосберегающей основе необходимо последовательно и настойчиво заменять старые энергетически неэффективные технологии на экономичные.

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭНЕРГЕТИКИ

---

## 1.1. Термины, определения, общие понятия

Энергетика – область хозяйства, охватывающая энергетические ресурсы: выработку, преобразование и использование различных видов энергии.

Теплоэнергетика – отрасль теплотехники, занимающаяся преобразованием тепловой энергии в другие виды энергии (механическую, электрическую).

Электрическая станция – промышленное предприятие, вырабатывающее электрическую энергию и обеспечивающее ее передачу потребителям по электрической сети.

Электростанции подразделяются на гидроэлектростанции (ГЭС), тепловые электростанции (ТЭС), атомные электростанции (АЭС) и др.

На ГЭС в электрическую энергию преобразуется механическая энергия водного потока реки – гидравлическая энергия, на ТЭС – теплота, выделяющаяся при сжигании топлива, на АЭС – тепловая энергия, выделяющаяся при делении ядер атомов тяжелых элементов (урана, тория и др.). В настоящее время исследуются возможности более широкого использования тепловой энергии вулканов и гейзеров на геотермических станциях, солнечной энергии – на гелиоэлектростанциях, энергии ветра – на ветроэлектростанциях, энергии приливов и отливов – на приливных электростанциях.

Температура – физическая величина, характеризующая степень нагрева тела. В международной системе единиц (СИ) единицей измерения абсолютной температуры является градус Кельвина (К); на практике широкое распространение получило измерение температуры в градусах Цельсия ( $^{\circ}\text{C}$ ). Они связаны между собой соотношением  $t^{\text{K}} = t^{\text{C}} + 273,15$ .

Отопление – процесс поддержания нормируемой температуры воздуха в закрытых помещениях.

Система отопления – техническая установка, состоящая из комплекта оборудования, связанного между собой конструктивно-

ми элементами, предназначенная для получения, переноса и передачи заданного количества теплоты в обогреваемое помещение.

Индивидуальный тепловой пункт (ИТП) – пункт, предназначенный для подключения систем отопления, теплоснабжения, вентиляционных установок, водоснабжения отдельных зданий к распределительным сетям городской тепловой сети и водопровода, управления указанными системами и учета количества тепловой энергии и теплоносителя.

Центральный тепловой пункт (ЦТП) – пункт, предназначенный для подключения систем тепло- и водоснабжения микрорайона к распределительным сетям городской тепловой сети и водопровода, управления системами отопления, теплоснабжения, вентиляции, водоснабжения и учета количества тепловой энергии, теплоносителя и воды.

Теплопотребляющая установка – комплекс устройств, использующих тепловую энергию для отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, кондиционирования воздуха и технологических нужд.

Теплоснабжение – обеспечение потребителей тепловой энергией.

Теплосчетчик – прибор или комплект приборов, предназначенный для определения количества теплоты и измерения массы и параметров теплоносителя.

Узел учета – комплект приборов и устройств, обеспечивающий учет тепловой энергии, массы теплоносителя, а также контроль и регистрацию его параметров.

Источник теплоты – энергоустановка, производящая тепло.

Потребитель тепловой энергии – юридическое и физическое лицо, которому принадлежат теплопотребляющие установки, присоединенные к системе теплоснабжения энергоснабжающей организации.

Расход теплоносителя – масса теплоносителя, прошедшего через поперечное сечение трубопровода за единицу времени.

Система теплоснабжения – совокупность взаимосвязанных источника теплоты, тепловых сетей и систем теплопотребления.

Система теплопотребления – комплекс теплопотребляющих установок с соединительными трубопроводами или тепловыми сетями.

Тепловая сеть — совокупность трубопроводов и устройств, предназначенных для передачи тепловой энергии.

Виды тепловых нагрузок — отопительная, вентиляционная, технологическая, кондиционирование воздуха, горячее водоснабжение.

Границы балансовой принадлежности тепловых сетей — линия раздела элементов тепловых сетей между владельцами по признаку собственности, аренды или полного хозяйственного ведения.

Энергосистема — общая энергетическая система, объединенная система энергетики, совокупность энергетических ресурсов всех видов, методов их получения (добычи), преобразования, распределения и использования, а также технических средств и организационных комплексов, обеспечивающих снабжение потребителей всеми видами энергии. Энергосистемы называют иногда большими системами энергетики; они имеют иерархическую структуру, уровнями которой являются страна (государство), район, крупный промышленный, транспортный или сельскохозяйственный узел, отдельное предприятие (рис. 1). Уровню страны обычно соответствуют единые энергетические системы; уровню нескольких районов — объединенные энергетические системы; уровню одного района — районные энергосистемы; уровню объекта, не связанного с другими системами, — автономные энергосистемы (например, предприятия, корабля, самолета). В энергосистему в качестве составляющих ее подсистем входят электроэнергетические системы (состоящие из электрических систем и сетей теплоснабжения), системы нефте- и газоснабжения, системы угольной промышленности, развивающиеся быстрыми, опережающими темпами системы ядерной энергетики. Объединение отдельных энергоснабжающих систем в единую систему, иногда также называемую межотраслевым топливно-энергетическим комплексом, связано прежде всего с взаимозаменяемостью различных видов энергии и энергоресурсов.

Значение топливно-энергетического комплекса для хозяйства страны заключается главным образом в том, что на его основе, в зависимости от его состояния, формируются основные хозяйственные пропорции страны; на его развитие передовые в промышленном отношении страны затрачивают около 30% всех капиталовложений, причем в этом комплексе оказывается занято 15–20%

всех трудящихся. Развитие и функционирование энергосистемы тесно связаны с созданием новой экономической энергетической техники, с влиянием энергетики на социальные и политические процессы как внутри страны, так и в международных отношениях, на размещение промышленности и населения в стране, с влиянием энергетики на окружающую среду.

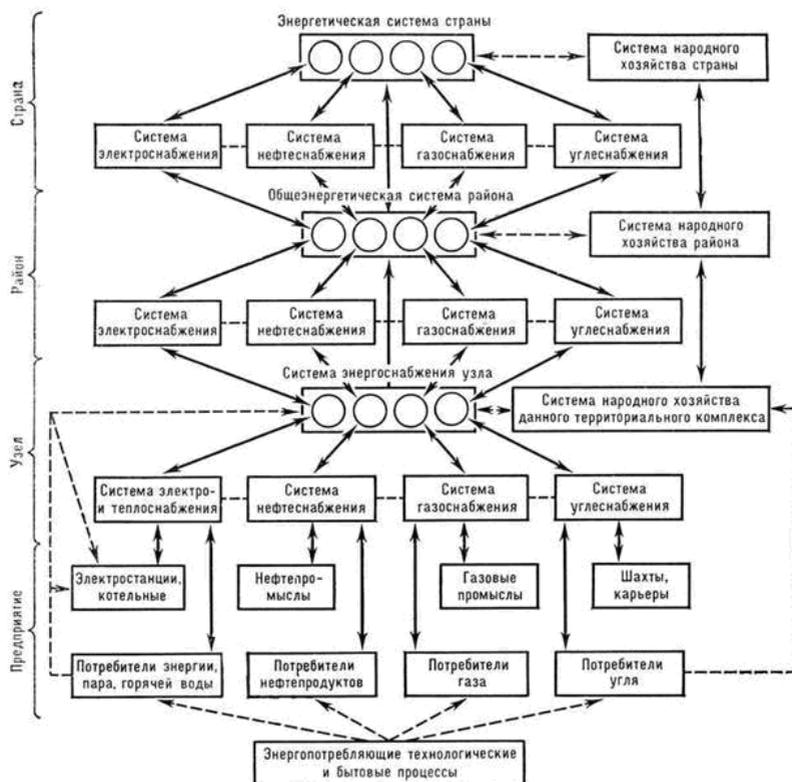


Рис. 1. Иерархическая структура энергетической системы страны

Рассматривая энергосистему с точки зрения обеспечения хозяйства страны всеми видами энергии, иногда вводят весьма близкое к определению энергосистемы понятие «энергетическое хозяйство», под которым понимают комплекс взаимосвязанных подсистем, содержащих энергетические объекты и объединенных

для обеспечения потребителей всеми видами энергии. В некотором смысле термин «энергетическое хозяйство» может считаться адекватным термину «топливно-энергетический комплекс».

В энергосистеме должен существовать энергетический баланс, который является статической характеристикой непрерывно развивающегося энергетического хозяйства, основные элементы и связи которого составляют энергосистему.

Основная специфика свойств энергосистемы:

- 1) совокупность больших систем энергетики, существующая как единое материальное целое, причем целостность их обусловлена внутренними связями и взаимозаменяемостью продукции, подсистем и отдельных элементов;
- 2) универсальность и большая хозяйственная значимость производимой энергосистемой продукции, особенно электроэнергии и жидкого топлива, и, следовательно, многочисленность внешних связей системы;
- 3) активное влияние энергосистемы на развитие и размещение производительных сил как на территории отдельного района, так и страны в целом;
- 4) неразрывность во времени большинства процессов производства и потребления энергии, а следовательно, органичное включение потребителей энергии и топлива в структуру системы: особая важность управления режимами систем и оперативным топливоснабжением для обеспечения бесперебойной подачи энергии потребителю;
- 5) невозможность изолированного выбора производительности и параметров отдельных элементов и связей вне их предполагаемого использования в системе; отсюда особая важность перспективного проектирования больших систем энергетики как единого целого;
- 6) сложность структуры энергосистем, обусловленная тем, что они формируются как единые системы страны и даже группы смежных стран.

Характерная особенность энергосистем заключается в том, что их физико-технические и экономические свойства тесно связаны между собой; например, усовершенствование энергетического

оборудования в направлении повышения его КПД или улучшения его эксплуатационных характеристик приводит в конечном счете к снижению себестоимости вырабатываемой энергии.

Развитие энергетики как глобальной системы проявляется прежде всего в плане социальном. Разрыв в культурном и экономическом уровне разных стран в значительной мере обусловлен разницей в обеспечении их энергией, энерговооруженностью труда. Так, например, на долю населения, проживающего в развивающихся странах, приходится не более 7% мирового потребления всех видов энергии.

Работа энергосистемы может быть охарактеризована степенью использования запасов энергетических ресурсов. Конечным результатом функционирования энергосистемы является полезная энергия, т. е. та, которая после переработки, преобразования, транспортирования и хранения ресурсов поступает к потребителям и обеспечивает полезные энергетические процессы. Основными видами энергетических ресурсов являются топливные (уголь, нефть, природный газ, торф, сланцы, древесина) и нетопливные (энергия воды (гидроэнергия), ядерная энергия, а также используемая частично энергия ветра, морских приливов и солнечной радиации). Ресурсы подразделяются на возобновляемые (гидроэнергия, ветроэнергия, энергия приливов и солнечной радиации) и невозобновляемые (уголь, нефть, газ, сланцы).

Для соизмерения ресурсов и определения их экономичности пользуются понятием «условное топливо». Топливо разделяется на энергетическое (для выработки электроэнергии и тепла на электростанциях, в районных и промышленных котельных) и технологическое (используемое в промышленных установках для выполнения рабочих процессов, а также в промышленных печах и др.).

Электрические системы — совокупность объединённых для параллельной работы электростанций, линий электропередачи, преобразовательных подстанций и потребителей электроэнергии. Электрические системы имеют общий резерв и централизованное оперативно-диспетчерское управление для координации работы станций, подстанций и сетей. Часто электрические системы отождествляют с электроэнергетическими системами (ЭЭС), охватывающими теплоэлектроцентрали и тепловые сети. Электроэнерге-

тическая система наряду с централизованным электроснабжением осуществляет централизованное теплоснабжение городов и промышленных центров.

Основная задача ЭЭС – обеспечить централизованное энерго-снабжение при едином оперативно-диспетчерском регулировании процессов производства, передачи и распределения электроэнергии.

Теплоснабжение – снабжение теплом жилых, общественных и промышленных зданий (сооружений) для обеспечения коммунально-бытовых (отопление, вентиляция, горячее водоснабжение) и технологических нужд потребителей. Различают местное и централизованное теплоснабжение. Система местного теплоснабжения обслуживает одно или несколько зданий, система централизованного – жилой или промышленный район. Наибольшее распространение приобрело централизованное теплоснабжение (в связи с этим термин «теплоснабжение» чаще всего употребляется применительно к системам централизованного теплоснабжения). Его основные преимущества перед местным теплоснабжением – значительное снижение расхода топлива и эксплуатационных затрат (например, за счёт автоматизации котельных установок и повышения их КПД); возможность использования низкосортного топлива; уменьшение степени загрязнения воздушного бассейна и улучшение санитарного состояния населённых мест.

Система централизованного теплоснабжения включает источник тепла, тепловую сеть и теплопотребляющие установки, присоединяемые к сети через тепловые пункты. Источниками тепла при централизованном теплоснабжении могут быть теплоэлектростанции (ТЭЦ), осуществляющие комбинированную выработку электрической и тепловой энергии; котельные установки большой мощности, вырабатывающие только тепловую энергию; устройства для утилизации тепловых отходов промышленности; установки для использования тепла геотермальных источников. В системах местного теплоснабжения источниками тепла служат печи, водогрейные котлы, водонагреватели (в том числе солнечные) и т. п. Теплоносителями в системах централизованного теплоснабжения обычно являются вода с температурой до 150° С и пар под давлением 0,7–1,6 Мн/м<sup>2</sup>. Вода служит в основном для покрытия коммунально-бытовых, а

пар – технологических нагрузок. Выбор температуры и давления в системах теплоснабжения определяется требованиями потребителей и экономическими соображениями. С увеличением дальности транспортирования тепла возрастает экономически оправданное повышение параметров теплоносителя. Расстояние, на которое транспортируется тепло в современных системах централизованного теплоснабжения, достигает нескольких десятков километров.

По схемам присоединения установок отопления различают зависимые и независимые системы теплоснабжения. В зависимых системах теплоноситель из тепловой сети поступает непосредственно в отопительные установки потребителей, в независимых – в промежуточный теплообменник, установленный в тепловом пункте, где он нагревает вторичный теплоноситель, циркулирующий в местной установке потребителя. В независимых системах установки потребителей гидравлически изолированы от тепловой сети.

По числу трубопроводов, используемых для переноса теплоносителя, различают одно-, двух- и многотрубные системы теплоснабжения. Однотрубные системы применяют в тех случаях, когда теплоноситель полностью используется потребителями и обратно не возвращается (например, в паровых системах без возврата конденсата и в открытых водяных системах, где вся поступающая от источника вода разбирается на горячее водоснабжение потребителей). В двухтрубных системах теплоноситель полностью или частично возвращается к источнику тепла, где он подогревается и восполняется. Многотрубные системы устраивают при необходимости выделения отдельных видов тепловой нагрузки (например, горячего водоснабжения), что упрощает регулирование отпуска тепла, режим эксплуатации и способы присоединения потребителей к тепловым сетям.

Регулирование отпуска тепла в системах теплоснабжения (суточное, сезонное) осуществляется как в источнике тепла, так и в теплопотребляющих установках. В водяных системах теплоснабжения обычно производится так называемое центральное качественное регулирование подачи тепла по основному виду тепловой нагрузки – отоплению или по сочетанию двух видов нагрузки – отоплению и горячего водоснабжения. Оно заключается в изменении температуры теплоносителя, подаваемого от источника теплоснабжения в

тепловую сеть, в соответствии с принятым температурным графиком (то есть зависимостью требуемой температуры воды в сети от температуры наружного воздуха). Центральное качественное регулирование дополняется местным количественным в тепловых пунктах; последнее наиболее распространено при горячем водоснабжении и обычно осуществляется автоматически. В паровых системах теплоснабжения в основном производится местное количественное регулирование; давление пара в источнике теплоснабжения поддерживается постоянным, расход пара регулируется потребителями.

## **1.2. Энергетическое хозяйство промышленного развития стран**

Энергетический кризис 1973 года ознаменовал собой резкий перелом в динамике многих энергоэкономических показателей в промышленно развитых странах. До кризиса развитие экономики большинства этих стран проходило по энергозатратному пути. Темпы роста энергопотребления превышали или соответствовали темпам экономического роста, в результате чего еще больше возрастала или сохранялась высокая энергоемкость валового внутреннего продукта (ВВП).

В связи с неравномерным распределением по территории земного шара запасов органического топлива и эффективных гидро-ресурсов большинство промышленно развитых стран не в состоянии обеспечить растущие потребности в топливе и энергии за счет собственных сырьевых ресурсов и вынуждены увеличить их импорт. Резкий рост цен на мировом топливном рынке в 1973–2001 гг. вынудил промышленно развитые страны разрабатывать и реализовывать меры по снижению темпов роста затрат на закупки энергоносителей за рубежом. К таким мерам следует отнести:

- повышение уровня самообеспеченности топливно-энергетическими ресурсами (ТЭР) путем расширения добычи и использования национальных энергетических ресурсов;
- усиление влияния государства на интенсификацию активности предприятий и организаций различных форм собственности и частных лиц в сфере энергосбережения с помощью ряда законодательных актов, инвестиционной и налоговой политики, принятия

- ряда запретительных мер, расширения стандартизации в сфере энергопотребления в различных отраслях экономики и в быту;
- увеличение финансирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию и внедрению энергетически эффективных технологий, оборудования и материалов из средств государственного бюджета;
  - осуществление структурных изменений в энергетическом балансе и в экономике в целом путем замещения дефицитных видов органического топлива (нефти) альтернативными источниками энергии (углем, природным газом, атомной энергией, возобновляемыми источниками энергии) и снижения удельного веса энергоемких материалопроизводящих отраслей в суммарном объеме ВВП;
  - расширение пропагандистской, информационной и тренинговой деятельности в области энергопотребления и энергосбережения;
  - снижение энергопотребления за счет структурных изменений во внешней торговле в направлении увеличения доли импорта энергоемкой продукции при одновременном сокращении ее национального производства.

Главными результатами проведения комплекса этих мероприятий, помимо снижения энергоемкости ВВП, для промышленно развитых стран стали существенный (за исключением США) рост уровня самообеспеченности первичными энергоресурсами, снижение зависимости от нефти, динамичное развитие атомной энергетики, значительное увеличение доли электротехнологий в различных отраслях экономики.

Вклад атомной энергетики в обеспечение надежности электроснабжения в промышленно развитых странах трудно переоценить. АЭС вырабатывают в настоящее время 20,3% всей электроэнергии в США, 24,3% – в Японии, 31,7% – в Западной Европе, в том числе во Франции – 73,6%, в Бельгии – 60,2%.

### 1.3. Ресурсная обеспеченность мировой энергетики и перспективы ее развития

Мировые запасы ископаемого топлива являются ограниченными. При уровне мировой добычи 1990-х гг. запасов угля хватит на 1560, нефти – на 250 и природного газа – на 120 лет. По мере их истощения цены на ископаемое топливо будут непрерывно расти.

При поиске оптимальных решений энергетических проблем необходимо согласование весьма противоречивых требований: охрана окружающей среды – рост потребности социума в материальных благах; сохранение природной среды обитания социума – право индивидуума на свободу экономических действий; проведение общегосударственной экономической и социальной политики.

За последнее время было обнародовано достаточно много прогнозов развития мирового энергетического хозяйства. Отдельные показатели приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

#### Прогнозы развития мировой энергетики

Показатель	2010 г.		2020 г.		2050 г.	
	Минимальный уровень	Максимальный уровень	Минимальный уровень	Максимальный уровень	Минимальный уровень	Максимальный уровень
Мировое производство первичных ТЭР, млн. т.у.т.	15990	16870	19450	22020	28310	35460
Доля органических топлив, %	89,8	90,7	718	79,6	58,9	72,9
Мировое производство электроэнергии, ТВт.ч*	18230	20907	19120	22925	30952	41646
Доля АЭС в мировом производстве электроэнергии, %	12,5	14,3	11,4	20,7	11,4	38,0

\*ТВт.ч – тераватт часов –  $10^{12}$  Вт.ч

### 1.4. Современное состояние энергетики России

Российская Федерация является одной из ведущих энергетических держав мира. Она обладает большими запасами ТЭР. В мировых разведанных запасах доля России составляет: нефть – 13%,

природный газ – 36% и уголь – 12%. Россия имеет огромные площади континентального шельфа, высокоэффективные в отношении обнаружения запасов нефти и газа. На шельф, который еще недостаточно исследован, приходится свыше 100 млрд т потенциальных ресурсов углеводородов.

Российская электроэнергетика – это 600 топливных, 100 гидравлических, 9 атомных электростанций. Их общая электрическая установленная мощность в начале XXI века составляла 215 млн кВт, в том числе 22,7 млн кВт (около 11%) – АЭС; 44,3 млн кВт (20%) – ГЭС; 148 млн кВт (около 69%) – ТЭС.

В энергосистемах Российской Федерации эксплуатируются более 600 тыс. км воздушных и кабельных линий электропередачи напряжением 35 кВ и выше и 2 млн км – напряжением 0,4...20 кВ, свыше 17 тыс. подстанций напряжением 35 кВ с общей трансформаторной мощностью почти 575 млн кВА и более полумиллиона трансформаторных пунктов 6...35/0,4 кВ с общей мощностью 102 млн кВА.

Сети РАО «Единая энергетическая система России» включали 39 тыс. км ЛЭП напряжением 330 кВ и выше, 119 подстанций на напряжение 330 кВ и выше с общей трансформаторной мощностью 125 млн кВА.

Россия сохраняет за собой лидерство в области комбинированного производства электрической и тепловой энергии, централизованной системы теплоснабжения.

Отбор тепловой энергии для нужд теплоснабжения производится почти от 500 ТЭЦ, около 190 тыс. котельных установок и 620 тыс. автономных теплогенераторов.

Основным источником центрального теплоснабжения является ТЭЦ (43%). Установленная электрическая мощность всех ТЭЦ в начале XXI века составляла 72 млн кВт.

Центральное теплоснабжение прочно вошло в жизнь населения нашей страны. Им пользуются свыше 115 млн человек (92% городского и 20% сельского населения).

Общая протяженность теплотрасс составляет около 200 тыс. км. На цели коммунально-бытового сектора расходуется около 25% всех потребляемых в России первичных энергоресурсов. В то же

время существующая система централизованного отопления физически и морально устарела. Отсюда – ее низкая эффективность.

В связи с резким ростом цен на энергоресурсы энергетика и теплоэнергетические хозяйства городов и промышленных предприятий будут испытывать все возрастающие трудности в обеспечении топливом. Поэтому одной из основных задач является выявление и разработка мероприятий по энергосбережению.

Экономия тепловой энергии и, соответственно, топлива достигается:

- утилизацией тепловых отходов производства для покрытия потребностей этого же предприятия и других близлежащих потребителей (промышленных и коммунальных);
- внедрением новых технологий, нового оборудования;
- техническим перевооружением, модернизацией, реконструкцией действующих производств в направлении повышения эффективности использования энергоресурсов.

Основой стратегии является теплофикация на базе ТЭЦ малой и средней мощности в сочетании с централизованным теплоснабжением от экономичных автоматизированных котельных.

Резервы возможной экономии топлива, приходящиеся на долю тепловой энергии, оценивают в 150...160 млн т.у.т., в том числе:

- энергосбережение в зданиях – до 2 млн т.у.т.;
- снижение потерь в теплосетях – до 25 млн т.у.т.;
- энергосбережение в промышленности – до 113 млн т.у.т.

В настоящее время физический износ большинства систем теплоснабжения составляет 60...70%.

Потери теплоносителя в них – 40...45%. Соответственно, тарифы на тепловую энергию в ряде случаев превышают западноевропейские показатели в 2...2,5 раза.

## **1.5. Энергетическая стратегия России**

В стратегии развития России, разработанной по указанию правительства на период до 2020 года, долгосрочная энергетическая политика РФ базируется на следующих приоритетах, как то:

- устойчивое обеспечение населения и экономики страны энергоносителями;

- повышение эффективности использования ТЭР и создание необходимых условий для перевода экономики страны на энергосберегающий путь развития;
- поддержание надежной сырьевой базы и обеспечение устойчивого развития ТЭК в условиях формирования рыночных отношений;
- уменьшение негативного влияния ТЭК на окружающую среду;
- поддержание экспертного потенциала ТЭК для решения макроэкономических и геополитических задач России;
- обеспечение энергетической безопасности России, использование межрегиональных энергетических связей как интегрирующего фактора единого государства.

Важным приоритетом энергетической стратегии России наряду с устойчивым снабжением страны энергоносителями является повышение эффективности использования ТЭР, создание условий для перевода экономики страны на энергосберегающий путь развития и уменьшение негативного влияния ТЭК на окружающую среду.

Потенциал энергосбережения составляет 30...35% современного энергопотребления в стране, или 350...400 млн т.у.т. Использование большей части этого потенциала в 3–5 раз дешевле по сравнению с затратами, необходимыми на добычу и производство конечных энергоносителей.

В современных условиях энергосбережение в России служит также одним из эффективных инструментов решения глобальных экологических проблем.

Большое значение для развития электроэнергетики России имеет расширение интеграции ЕЭС России с объединенными энергоносителями стран ближнего и дальнего зарубежья. Одна из приоритетных задач – развитие международного сотрудничества в области электроэнергетики (восстановление ранее имеющихся связей ЕЭС России с другими странами).

В ходе реализации Энергетической стратегии России на период до 2020 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 августа 2003 г. № 1234-р, была подтверждена адекватность большинства ее важнейших положений реальному процессу развития энергетического сектора страны даже в условиях

резких изменений внешних и внутренних факторов, определяющих основные параметры функционирования топливно-энергетического комплекса России. При этом предусматривалось осуществлять внесение необходимых изменений в указанную Стратегию не реже одного раза в 5 лет.

Настоящая Стратегия обеспечивает расширение временного горизонта до 2030 года в соответствии с новыми задачами и приоритетами развития страны. Она формирует новые ориентиры развития энергетического сектора в рамках перехода российской экономики на инновационный путь развития, предусмотренный Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р (далее – Концепция).

Положения Стратегии используются при разработке и корректировке программ социально-экономического развития, энергетических стратегий и программ субъектов Российской Федерации, комплексных программ по энергетическому освоению регионов Восточной Сибири и Дальнего Востока, Северо-Западного региона России, полуострова Ямал и континентального шельфа Российской Федерации, при разработке и корректировке генеральных схем развития отдельных отраслей топливно-энергетического комплекса, программ геологического изучения регионов страны, при подготовке и корректировке параметров инвестиционных программ и крупных проектов компаний энергетического сектора.

Настоящая Стратегия базируется как на оценке опыта реализации Энергетической стратегии России на период до 2020 года, так и на анализе существующих тенденций и новых системных вызовов развитию энергетики, учитывает возможные колебания внешних и внутренних условий экономического развития России.

В рамках настоящей Стратегии представлены:

- текущие результаты реализации Энергетической стратегии России на период до 2020 года и целевое видение настоящей Стратегии;
- основные тенденции и прогнозные оценки социально-экономического развития страны, а также взаимодействия экономики и энергетики;

- перспективы спроса на российские энергоресурсы;
- основные положения государственной энергетической политики и ее важнейших составляющих;
- перспективы развития топливно-энергетического комплекса России;
- ожидаемые результаты и система реализации настоящей Стратегии.

Количественные параметры развития экономики и энергетики подлежат уточнению в процессе реализации предусмотренных настоящей Стратегией мер.

Одним из главных приоритетов является развитие рыночной инфраструктуры энергетики (рыночные механизмы, институты открытой торговли энергоресурсами, инфраструктура их транспорта). Особое значение придается программе повышения цен на газ и механизмам минимизации негативных социально-экономических последствий общего роста цен на энергоресурсы. Поддержка и стимулирование стратегических инициатив в энергетике являются основой для реализации крупных энергетических проектов в будущем.

Большинство представленных в Энергетической стратегии России на период до 2020 года направлений реализуются на практике, при этом задействованы все предусмотренные ею механизмы государственной энергетической политики. В частности, осуществлена реформа электроэнергетики, происходят либерализация рынка электроэнергии и реформа атомной энергетики, созданы более благоприятные налоговые условия в нефтегазовом комплексе, стимулируется развитие нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий, развивается биржевая торговля энергоресурсами, устраняются избыточные административные барьеры в деятельности энергетических компаний. Активно реализуются инфраструктурные проекты, являющиеся основой развития отечественной энергетики.

Вместе с тем пока не в полной мере обеспечивается достижение запланированных Энергетической стратегией России на период до 2020 года итоговых качественных результатов первого этапа ее реализации, а именно – создание базы для устойчивого поступательного развития энергетического сектора, включающей:

- формирование целостной и апробированной нормативно-законодательной базы, создание энергетических рынков с высоким уровнем конкуренции и справедливыми принципами организации торговли;
- завершение преобразований, выводящих смежные секторы экономики на новый уровень энергоэффективности;
- переход от лидирующей роли топливно-энергетического комплекса в экономике страны к естественной функции эффективно и стабильного поставщика топливно-энергетических ресурсов для нужд экономики и населения.

С учетом принципа преемственности необходимо обеспечить достижение этих качественных ориентиров в рамках настоящей Стратегии.

За время, прошедшее с начала реализации Энергетической стратегии России на период до 2020 года, российский энергетический сектор развивался преимущественно в рамках основных прогнозных тенденций, предусмотренных указанным документом, несмотря на существенные отклонения базовых экономических индикаторов развития страны и внешнеэкономических условий от их значений, прогнозировавшихся в 2003 году.

Так, при росте мировых цен на нефть с 27 долларов США за баррель в 2000 году до 94 долларов США в 2008 году и почти четырехкратном превышении последним показателем прогнозных оценок Энергетической стратегии России на период до 2020 года фактический объем экспорта топливно-энергетических ресурсов за тот же период вырос в 1,6 раза при отклонении от прогнозов экспорта по Энергетической стратегии России на период до 2020 года на 9,6 процента.

При фактическом росте валового внутреннего продукта страны на 65 процентов к уровню 2000 года и отклонении от прогнозов Энергетической стратегии России на период до 2020 года на 11 процентов фактический прирост добычи и производства топливно-энергетических ресурсов составил 26 процентов к уровню 2000 года при отклонении от прогнозов Энергетической стратегии России на период до 2020 года на 2,6 процента.

При этом внутреннее потребление топливно-энергетических ресурсов выросло на 10 процентов к уровню 2000 года при отклонении от прогнозов Энергетической стратегии России на период до 2020 года на 5 процентов главным образом за счет сокращения спроса в 2008 году вследствие глобального экономического кризиса.

Цели настоящей Стратегии определяются основными внутренними и внешними вызовами предстоящего долгосрочного периода.

Главный внутренний вызов заключается в необходимости выполнения энергетическим сектором страны своей важнейшей роли в рамках предусмотренного Концепцией перехода на инновационный путь развития экономики. Гарантированное удовлетворение внутреннего спроса на энергоресурсы должно быть обеспечено с учетом следующих требований:

- обеспечение Россией стандартов благосостояния, соответствующих развитым странам мира;
- достижение научного и технологического лидерства России по ряду важнейших направлений, обеспечивающих ее конкурентные преимущества и национальную, в том числе энергетическую, безопасность;
- трансформация структуры экономики страны в пользу менее энергоемких отраслей;
- переход страны от экспортно-сырьевого к ресурсно-инновационному развитию с качественным обновлением энергетики (как топливной, так и нетопливной) и смежных отраслей;
- рациональное снижение доли топливно-энергетического комплекса в общем объеме инвестиций в экономику страны при увеличении абсолютных объемов инвестиций в энергетику, необходимых для развития и ускоренной модернизации этого сектора и роста масштабов его деятельности;
- необходимость повышения энергоэффективности и снижения энергоемкости экономики до уровня стран с аналогичными природно-климатическими условиями (Канада, страны Скандинавии);
- последовательное ограничение нагрузки топливно-энергетического комплекса на окружающую среду и климат путем снижения выбросов загрязняющих веществ, сброса загрязненных сточных

вод, а также эмиссии парниковых газов, сокращения отходов производства и потребления энергии.

Энергетический сектор должен содействовать воспроизводству человеческого капитала (через развитие энергетической инфраструктуры и предоставление энергетических товаров и услуг по социально доступным ценам, обеспечение устойчивого воспроизводства квалифицированных кадров и повышение качества жизни граждан страны, в том числе занятых в энергетическом и смежных секторах), а также способствовать переходу к новой модели пространственного развития, опирающейся на сбалансированное развитие энергетической и транспортной инфраструктуры.

Главный внешний вызов заключается в необходимости преодоления угроз, связанных с неустойчивостью мировых энергетических рынков и волатильностью мировых цен на энергоресурсы, а также обеспечения вклада энергетического сектора страны в повышение эффективности ее внешнеэкономической деятельности и усиление позиций России в мировой экономической системе. Это означает, что должны быть обеспечены:

- достижение устойчивых результатов внешнеэкономической деятельности в сфере топливно-энергетического комплекса в условиях усиления глобальной конкуренции за ресурсы и рынки сбыта;
- минимизация негативного влияния глобального экономического кризиса и его использование для коренного обновления и диверсификации структуры экономики в пользу менее энергоемких отраслей, стимулирования перехода российского энергетического сектора на ускоренное инновационное развитие и новый технологический уклад;
- увеличение стратегического присутствия России на рынках высокотехнологичной продукции и интеллектуальных услуг в сфере энергетики, в том числе за счет развертывания глобально ориентированных специализированных производств;
- географическая и продуктовая диверсификация российского энергетического экспорта в условиях стабильных и расширяющихся поставок энергоресурсов крупнейшим мировым потребителям;
- рациональное снижение доли топливно-энергетических ресурсов в структуре российского экспорта, переход от продажи пер-

вичных сырьевых и энергетических ресурсов за рубеж к продаже продукции их глубокой переработки;

- развитие крупных узлов международной энергетической инфраструктуры на территории России, осуществляемое с использованием новых энергетических технологий.

Необходимость адекватного ответа на важнейшие внутренние и внешние вызовы долгосрочного развития в сочетании с имеющимися проблемами в энергетической сфере формирует цели и задачи настоящей Стратегии. Соответствующие риски подлежат учету в системе стратегических приоритетов и ориентиров, а также в рамках процесса поэтапной реализации настоящей Стратегии.

Главной целью настоящей Стратегии является создание инновационного и эффективного энергетического сектора страны, адекватного как потребностям растущей экономики в энергоресурсах, так и внешнеэкономическим интересам России, обеспечивающего необходимый вклад в социально ориентированное инновационное развитие страны.

Достижение указанной цели требует последовательного продвижения в решении следующих основных задач:

- повышение эффективности воспроизводства, добычи и переработки топливно-энергетических ресурсов для удовлетворения внутреннего и внешнего спроса на них;
- модернизация и создание новой энергетической инфраструктуры на основе масштабного технологического обновления энергетического сектора экономики страны;
- формирование устойчиво благоприятной институциональной среды в энергетической сфере;
- повышение энергетической и экологической эффективности российской экономики и энергетики, в том числе за счет структурных изменений и активизации технологического энергосбережения;
- дальнейшая интеграция российской энергетики в мировую энергетическую систему.

## 2. ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

---

### 2.1. Энергосбережение. Основные понятия и определения

Все отношения, возникающие в процессе деятельности в области энергосбережения, регулирует Федеральный закон от 23.11.2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

В Федеральном законе используются следующие основные понятия:

1) энергетический ресурс – носитель энергии, энергия которого используется или может быть использована при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, а также вид энергии (атомная, тепловая, электрическая, электромагнитная или другой вид энергии);

2) вторичный энергетический ресурс – энергетический ресурс, полученный в виде отходов производства и потребления или побочных продуктов в результате осуществления технологического процесса или использования оборудования, функциональное назначение которого не связано с производством соответствующего вида энергетического ресурса;

3) энергосбережение – реализация организационных, правовых, технических, технологических, экономических и иных мер, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования (в том числе объема произведенной продукции, выполненных работ, оказанных услуг);

4) энергетическая эффективность – характеристики, отражающие отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта, применительно к продукции, технологическому процессу, юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю;

5) класс энергетической эффективности – характеристика продукции, отражающая ее энергетическую эффективность;

6) бытовое энергопотребляющее устройство – продукция, функциональное назначение которой предполагает использование энергетических ресурсов, потребляемая мощность которой не превышает для электрической энергии двадцать один киловатт, для тепловой энергии – сто киловатт и использование которой может предназначаться для личных, семейных, домашних и подобных нужд;

7) энергетическое обследование – сбор и обработка информации об использовании энергетических ресурсов в целях получения достоверной информации об объеме используемых энергетических ресурсов, о показателях энергетической эффективности, выявления возможностей энергосбережения и повышения энергетической эффективности с отражением полученных результатов в энергетическом паспорте;

8) энергосервисный договор (контракт) – договор (контракт), предметом которого является осуществление исполнителем действий, направленных на энергосбережение и повышение энергетической эффективности использования энергетических ресурсов заказчиком;

9) организации с участием государства или муниципального образования – юридические лица, в уставных капиталах которых доля (вклад) Российской Федерации, субъекта Российской Федерации, муниципального образования составляет более чем пятьдесят процентов и (или) в отношении которых Российская Федерация, субъект Российской Федерации, муниципальное образование имеют право прямо или косвенно распоряжаться более чем пятьюдесятью процентами общего количества голосов, приходящихся на голосующие акции (доли), составляющие уставные капиталы таких юридических лиц, государственные или муниципальные унитарные предприятия, государственные или муниципальные учреждения, государственные компании, государственные корпорации, а также юридические лица, имущество которых либо более чем пятьдесят процентов акций или долей в уставном капитале которых принадлежат государственным корпорациям;

10) регулируемые виды деятельности – виды деятельности, осуществляемые субъектами естественных монополий, организациями коммунального комплекса, в отношении которых в соответс-

твии с законодательством Российской Федерации осуществляется регулирование цен (тарифов);

11) лицо, ответственное за содержание многоквартирного дома, – лицо, на которое в соответствии с жилищным законодательством возложены обязанности по управлению многоквартирным домом;

12) застройщик – лицо, признаваемое застройщиком в соответствии с законодательством о градостроительной деятельности.

## **2.2. Основные направления энергосбережения**

Энергосбережение в теплотехнике, теплоэнергетике и тепло-технологиях необходимо сориентировать по нескольким основным направлениям: в системах электроснабжения, в вопросах теплообмена, в теплогенерирующих установках, котельных и тепловых сетях, в теплотехнологиях, в зданиях и сооружениях, а также за счет использования вторичных ресурсов и альтернативных источников энергии.

1. *Энергосбережение в системах электроснабжения* включает системы освещения, электротехники и электроники, электрические сети, электрические машины и аппараты, системы электрохимзащиты оборудования и трубопроводов промышленных предприятий и объектов жилищно-коммунального хозяйства.

2. *Энергосбережение в вопросах теплообмена* базируется на законах теплопроводности, конвективного, лучистого и сложного теплообмена.

Теплотехника – отрасль знаний, изучающая теорию и технические средства превращения энергии природных источников в тепловую, механическую и электрическую энергии, а также теорию и средства использования теплоты для отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, технологических нужд промышленности и ЖКХ.

Энергосбережение затрагивает вопросы интенсификации теплопередачи в теплообменных аппаратах, стационарной и нестационарной теплопроводности при различных граничных условиях, при внутреннем тепловыделении и наличии фильтрации, теплообмена излучением между телами и в газах, при кипении и конденсации.

3. *Энергосбережение в теплогенерирующих установках* затрагивает вопросы расчета паровых и водогрейных котельных агрегатов,

электродных котлов, гелиоустановок, геотермальных установок, котлов-утилизаторов, теплонасосных установок. Разработка методик расчета теплогенерирующих установок (ТГУ), горения, теплового баланса, топочных камер, конвективных поверхностей нагрева, расхода топлива позволяет выбрать наиболее экономичный и энергосберегающий вариант работы теплогенератора.

4. *Энергосбережение в производственных и отопительных котельных* основывается на проектировании и расчете рациональных тепловых схем котельных для закрытых и открытых систем теплоснабжения, экономии энергоресурсов при работе паровых и водогрейных котельных установок, экономии и сбережении воды в котельной, использовании современных приборов регулирования, контроля, управления и экономии энергоресурсов при эксплуатации котельных.

Разработка методик и основных положений работы тепловых схем производственно-отопительных котельных (с паровыми и водогрейными котлами), расчет и подбор теплоэнергетического оборудования (теплообменников, насосов, тягодутьевых машин и др.), определение тепловых нагрузок и расхода топлива позволяют выбрать наиболее экономичный и энергосберегающий вариант их работы.

5. *Энергосбережение в тепловых сетях* касается вопросов повышения качества воды для систем теплоснабжения, использования современных теплообменников на тепловых пунктах, установки приборов расхода воды и учета теплоты, применения современных технологий тепловой изоляции, замены элеваторных узлов на смесительные установки с датчиками температуры и расхода.

6. *Энергосбережение в теплотехнологиях* охватывает разработку критериев энергетической оптимизации при производстве, передаче или сбережении тепловой энергии, баланса теплоты, интенсификации процессов теплопередачи, современных способов сжигания топлива, использования паротурбинных, газотурбинных, холодильных установок, тепловых насосов и тепловых трубок, эффективной тепловой изоляции, разработку методик расчета технико-экономических показателей. Реализация новых и коренная модернизация действующих теплотехнологических систем возможны на базе современных технологических, энергетических, научно-методических и организационных основ.

7. *Энергосбережение в зданиях и сооружениях* строится на сбережении теплоты в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

Энергосбережение в зданиях и сооружениях основано на применении вентилируемых наружных стен, вентилируемых окон, трехслойного или теплоотражающего (в инфракрасном излучении) остекления, дополнительного утепления наружных ограждений, теплоизоляции стен за отопительным прибором, застекленных лоджий. Кроме того, для энергосбережения в зданиях и сооружениях возможно применение воздушного отопления от гелиоустановок, а также использование теплонасосных установок и энергии низкого потенциала (конденсата, воды, воздуха).

В промышленных зданиях и сооружениях в дополнение к этому возможно применение газовых инфракрасных излучателей, периодического режима отопления, локального обогрева рабочих площадок теплотой рециркуляционного воздуха из верхней зоны помещения, прямое испарительное охлаждение воздуха.

8. *Энергосбережение за счет использования альтернативных (нетрадиционных и возобновляемых) источников энергии* опирается на применение солнечных коллекторов и электростанций, тепловых насосов, гелиоустановок, фотоэлектрических и ветроэнергетических установок.

9. *Энергосбережение за счет вторичных энергоресурсов (ВЭР)* требует использования горючих, тепловых и ВЭР избыточного давления. Горючие – отходы технологических процессов термохимической переработки углеродистого сырья, горючие городские и сельскохозяйственные отходы. Тепловые – теплоносители, способные при определенных условиях выделять определенное количество теплоты. ВЭР избыточного давления – газы и жидкости, покидающие технологические аппараты под избыточным давлением и способные передать другому теплоносителю часть накопленной потенциальной энергии перед сбросом в окружающую среду.

Энергосбережение за счет вторичных энергоресурсов включает утилизацию теплоты уходящих топочных газов и воздуха, установку контактных теплообменников, использование холодильных установок в качестве нагревателей воды, использование теплоты

сепараторов пара и пара вторичного вскипания конденсата, рециркуляцию сушильного агента.

Для решения задач энергосбережения нужны высококвалифицированные специалисты, освоившие принципы проектирования и эксплуатации энергосберегающих технологий и оборудования.

В настоящее время, в век компьютерных технологий и программного обеспечения, в каждой организации и на предприятиях необходима программа энергосбережения и система комплексной диспетчеризации инженерного оборудования.

Система комплексной диспетчеризации инженерного оборудования включает:

- диспетчерский пункт с компьютерами и программным обеспечением, обеспечивающим доступ к технологическим параметрам и единое информационное пространство;
- энергоэффективные тепловые узлы с датчиками и автоматическими регуляторами температуры, расхода теплоносителя, учета потребления тепловой энергии, водопроводной воды;
- учет потребления электроэнергии всех потребителей; контроль и управление освещением;
- индикацию загазованности, затопления и пожара в помещениях.

### **2.3. Стандартизация, метрология, сертификация в области энергосбережения**

Задачи энергосбережения, определенные в Законе РФ «Об энергосбережении», предполагают реализацию правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное использование энергетических ресурсов и вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии. Комплекс нормативных и методических документов по обеспечению энергосбережения приведен в ГОСТ Р 51387-99 «Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение».

Основное назначение ГОСТ Р 51387-99 «Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение» – системно упорядочить активно развивающиеся процессы нормативно-методического обеспечения энергосбережения на федеральном, региональном (субъ-

ектов РФ), ведомственном и локальном уровнях с использованием принципов, учитывающих рыночные условия хозяйствования.

Стандарт устанавливает основные понятия, принципы, цели и субъекты деятельности в области нормативно-методического обеспечения энергосбережения, состав и назначение основополагающих нормативных, методических документов и распространяется на деятельность, связанную с эффективным использованием топливно-энергетических ресурсов, на энергопотребляющие объекты (установки, оборудование, продукцию производственно-технического и бытового назначения), технологические процессы, работы, услуги. Стандарт не распространяется на объекты военной техники, ядерные, химические и биологические энергопотребляющие объекты.

Положения стандарта применяют в научно-технической, учебной и справочной литературе, при планировании разработок и разработке нормативных, методических документов по энергосбережению и обеспечению эффективного использования ТЭР.

Нормативные и методические документы в области энергосбережения устанавливают:

- основные термины и понятия в области энергосбережения;
- требования к составу и содержанию нормативных и методических документов по обеспечению энергосбережения, основные принципы и методические основы деятельности в области нормативно-методического обеспечения энергосбережения;
- номенклатурный состав и классификацию показателей эффективности использования ТЭР;
- порядок выбора и внесения показателей в техническую документацию;
- методы расчета энергобалансов потребителей энергоресурсов с последующей их паспортизацией;
- порядок проведения обязательной и добровольной сертификации энергопотребляющей продукции;
- методы испытаний и сертификации объектов по требованиям энергосбережения;
- порядок маркирования энергопотребляющей продукции;
- методы расчета освещенности;

- методы расчета эффективности тепловых режимов, требований к теплоизоляции, контролю поддержания температуры, общих энергобалансов зданий с последующей их паспортизацией;
- нормативы расхода топлива и энергии, методы их определения;
- требования к энергосберегающим технологиям, методы расчета энергобалансов промышленных технологических процессов;
- методы расчета и анализа направлений снижения потерь топлива и энергии при создании продукции и ее эксплуатации;
- методы определения экономической эффективности мероприятий по энергосбережению;
- направления привлечения инвестиций для реализации проектов и мероприятий по энергосбережению;
- требования к метрологическому обеспечению энергосбережения;
- требования к использованию ВЭР и нетрадиционным возобновляемым источникам энергии;
- методы автоматизированного сбора и обработки данных о расходах топлива и энергии;
- требования к информационному обеспечению в области энергосбережения и к системе обучения в обеспечении энергосбережения.

*Целью нормативно-методического обеспечения энергосбережения является установление в государственных стандартах, технологических регламентах, технических и методических документах:*

- требований эффективного использования и сокращения потерь ТЭР при их добыче, производстве, переработке, транспортировке, хранении, потреблении, утилизации;
- нормативных значений показателей энергетической эффективности энергопотребляющих объектов и процессов, ограничивающих образование загрязняющих окружающую среду биосферозагрязнителей (твердых отходов, жидких сбросов, газообразных выбросов, шламов, смесей; шумов, полей, излучений), как результат использования ТЭР;
- правил проверки соответствия энергопотребляющих объектов и процессов нормативным показателям энергетической эффективности;

- порядка осуществления государственного надзора за эффективным использованием ТЭР путем проведения энергетических обследований потребителей ТЭР;
- требований обеспечения точности и единства измерений при учете ТЭР на стадиях добычи, производства, переработки, транспортировки, хранения и потребления;
- правил обеспечения соответствия стандартов, норм и нормативов в области энергосбережения и энергетической эффективности международным, межгосударственным, региональным, зарубежным стандартам, признанным в России.

Основные направления использования нормативных и методических документов в области энергосбережения:

- совершенствование федерального и регионального законодательства по обеспечению энергосбережения;
- разработка программ энергосбережения, планирование и реализация энергосберегающих проектов, организация работ по энергосбережению при создании энергопотребляющих объектов и реализации процессов;
- разработка и утверждение общетехнических стандартов, иных нормативных и методических документов по энергосбережению;
- установление нормативных показателей энергетической эффективности для энергоемких объектов и технологических процессов;
- проведение энергетических обследований и энергетической паспортизации потребителей ТЭР;
- установление порядка и правил оценки соответствия (сертификации), методов испытаний объектов, потребляющих ТЭР, на соответствие нормативным показателям энергетической эффективности;
- установление норм точности методов измерений и обеспечение единства измерений: метрологического контроля и надзора за добычей, производством, переработкой, транспортировкой и потреблением ТЭР;
- разработка стандартов на возобновляемые, новые источники энергии, вторичные энергоресурсы и альтернативные виды топлива.

### Нормативно-методическое обеспечение энергосбережения:

- нормативные документы в области энергосбережения на межгосударственном (ГОСТ), государственном (ГОСТ Р), отраслевом (ОСТ) уровнях, а также на уровнях стандартов научно-технических обществ (СТО) и предприятий (СТП);
- технические регламенты, правила, руководства и другие нормативные документы по энергосбережению, принятые органами исполнительной государственной власти;
- методические документы по расчетам экономии энергоносителей и обоснованию экономической эффективности энергосберегающих проектов;
- методические документы, в которых изложены методы, способы, схемы, алгоритмы, модели энергосбережения за счет повышения эффективности использования и снижения потерь первичных ТЭР, использования вторичных ТЭР, возобновляемой энергии и альтернативных топлив;
- методические документы, регламентирующие требования к точности методов измерений, обеспечение единства измерений, метрологического контроля и надзора при учете ТЭР на стадиях добычи, производства, переработки, транспортирования, хранения и потребления.

### **3. ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОЛИТИКА ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ**

---

#### **3.1. Основные направления энергосберегающей политики**

Россия располагает масштабным недоиспользуемым потенциалом энергосбережения, который по способности решать проблему обеспечения экономического роста страны сопоставим с приростом производства всех первичных энергетических ресурсов.

Энергоемкость российской экономики существенно превышает в расчете по паритету покупательной способности аналогичный показатель в США, Японии и развитых странах Европейского Союза.

Нехватка энергии может стать существенным фактором сдерживания экономического роста страны. По оценке специалистов, до 2015 года темпы снижения энергоемкости при отсутствии скоординированной государственной политики по энергоэффективности могут резко замедлиться. Это может привести к еще более динамичному росту спроса на энергоресурсы внутри страны. Запасов нефти и газа в России достаточно, однако увеличение объемов добычи углеводородов и развитие транспортной инфраструктуры требуют значительных инвестиций.

Меры по снижению энергоемкости за период 1998–2005 гг. оказались недостаточными для того, чтобы остановить динамичный рост спроса на энергию и мощность. Рост спроса на газ и электроэнергию оказался выше значений, предусмотренных Энергетической стратегией России.

Существует два пути решения возникшей проблемы:

первый – крайне капиталоемкий путь наращивания добычи нефти и газа и строительства новых объектов электрогенерации;

второй – существенно менее затратный, связанный с обеспечением экономического роста в стране за счет повышения эффективности использования топливно-энергетических ресурсов.

Следует отметить, что на практике необходим симбиоз первого и второго вариантов с несомненным приоритетом энергоэффективности.

Суммарное энергопотребление России в первом десятилетии XXI века составило порядка 990 млн т.у.т. При доведении внедрения энергосберегающего и энергоэффективного оборудования до уровня стран – членов ЕС энергопотребление снизилось бы до 650 млн т.у.т. Другими словами, около 35% энергии у нас теряется.

Барьеры, сдерживающие развитие энергосбережения и энергоэффективности в стране, можно разделить на четыре основные группы:

- 1) недостаток мотивации;
- 2) недостаток информации;
- 3) недостаток опыта финансирования проектов;
- 4) недостаток организации и координации.

Прежде был еще пятый барьер – недостаток технологий. Но на сегодня такого ограничения больше не существует. Рынок предлагает широкий выбор энергоэффективного оборудования, материалов, а также консультационных услуг по вопросам энергосбережения и энергоэффективности.

Недостаток мотивации определяется бюджетными ограничениями, изъятием получаемой экономии и сравнительно невысокими тарифами.

Возможность переложить рост затрат на потребителя, перекрестное субсидирование, отсутствие средств регулирования потребления – все это снижает мотивацию к энергосбережению и энергоэффективности. Экономические механизмы выстроены так, что получатель экономии энергии не определен и не оформлен институционально. Сегодня трудно получить ясный ответ на вопрос: кому лично выгодна экономия энергии? Главной проблемой является ее изъятие в бюджетном и тарифном процессах. В таких условиях повышение цен на энергоносители мотивирует не к повышению эффективности использования, а к обоснованию дальнейшего роста тарифов или дополнительным запросам на бюджетное финансирование.

Недостаток информации проявляется в том, что информационное и мотивационное обеспечение подготовки и реализации решений по энергосбережению и энергоэффективности развито слабо. Стереотипы поведения («делай, как все», то есть практически

не делай ничего для экономии энергии) широко распространены именно потому, что они избавляют как от поиска информации, так и от принятия самостоятельных решений.

Недостаток опыта финансирования проектов в сфере энергоэффективности со стороны инвестиционных банков. Требования к выделению финансовых средств на реализацию проектов по повышению энергоэффективности и снижению издержек, как правило, существенно более жесткие, чем к проектам, связанным с новым строительством. Больше всего это касается тех предприятий, которые находятся в тяжелом финансовом положении и в силу этого не располагают собственными средствами для решения проблем энергосбережения и энергоэффективности. Для них непреодолим тест на финансовую устойчивость и, следовательно, невозможно получение кредитных ресурсов на развитие.

Недостаток организации и координации имеет место на всех уровнях принятия решений. Проблема повышения энергетической эффективности не воспринимается как средство решения широкого комплекса экономических и экологических проблем. Реализация ключевого приоритета Энергетической стратегии России до 2020 года – увеличение энергоэффективности экономики – не обеспечена в полной мере организационными и финансовыми ресурсами. Наблюдается отсутствие синхронизации различных областей законодательства: градостроительное планирование не связано с развитием энергосистем; законодательство о госзакупках не содержит требований по энергоэффективности и т. д.

Для ликвидации отмеченных барьеров прежде всего необходима государственная поддержка направления энергосбережения и энергоэффективности.

Во исполнение Указа Президента Российской Федерации от 4 июня 2008 года № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики» и поручения Правительства Российской Федерации от 18 июня 2008 года № ИШ-П9-3772 Минэнерго России разработало комплексный план мер по реализации политики энергосбережения и повышению энергоэффективности российской экономики. План содержит пять основных направлений:

- 1) разработка современной нормативно-правовой базы;
- 2) формирование организационных структур;
- 3) государственная поддержка и создание благоприятного инвестиционного климата;
- 4) взаимодействие с бизнес-сообществом и финансовыми институтами на основе частно-государственного партнерства;
- 5) информационная и образовательная поддержка мероприятий на международном, федеральном, региональном и муниципальном уровнях.

По каждому из указанных направлений разработаны конкретные меры и начат процесс их реализации.

Разработка современной нормативно-правовой базы является основным условием развития энергосбережения и энергоэффективности в стране.

Основные принципы политики энергосбережения в Российской Федерации были сформированы в Федеральном законе № 28-ФЗ «Об энергосбережении» от 3 апреля 1996 года и включали:

- приоритет эффективного использования топливно-энергетических ресурсов;
- осуществление государственного надзора за эффективным использованием энергоресурсов;
- обязательность учета производимых, получаемых или расходующихся энергоресурсов;
- включение в государственные стандарты на оборудование, материалы и конструкции, транспортные средства показателей энергоэффективности;
- сертификацию топливно-, энергопотребляющего, энергосберегающего и диагностического оборудования, материалов, конструкций, транспортных средств, а также энергоресурсов и др.

В развитие указанного Федерального закона уже к 2000 году был утвержден ряд государственных стандартов по энергосбережению, начата реализация программы по проведению энергетических обследований и подготовке энергетических паспортов предприятий, потребляющих более 6 тыс. т.у.т. в год. В период с 1998 по 2004 год в субъектах Российской Федерации было принято 43 закона об

энергосбережении, создано 75 центров энергоэффективности и агентств по энергосбережению.

Однако в последующие годы реализация политики энергосбережения в стране замедлилась по следующим причинам:

- Федеральный закон от 27.12.2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» отменил обязательное соблюдение требований национальных стандартов (кроме требований по промышленной и экологической безопасности) и обязательную сертификацию продукции. Поэтому была ослаблена возможность нормативного обеспечения и государственного влияния на энергосбережение, нормирование потребления энергоресурсов, повышение энергоэффективности выпускаемого энергопотребляющего оборудования и товаров массового спроса;
- изменения в Бюджетном и Налоговом кодексах и других законах Российской Федерации сделали неприемлемыми предусмотренные ФЗ «Об энергосбережении» меры государственной поддержки потребителей и производителей топливно-энергетических ресурсов, осуществляющих мероприятия по энергосбережению;
- в результате административной реформы 2004 года была упразднена государственная функция по выработке и реализации государственной политики в области энергосбережения.

В соответствии с поручением Президента Российской Федерации и Правительства Российской Федерации Минэнерго России были подготовлены и направлены в Минпромторг России предложения по внесению изменений в законодательство Российской Федерации о техническом регулировании, ориентированные на повышение энергетической и экологической эффективности таких отраслей промышленности, как электроэнергетика, строительство, жилищно-коммунальное хозяйство, транспорт, и предусматривающие в том числе показатели энергоэффективности в качестве обязательных требований к объектам технического регулирования.

Аналогичные предложения поступили в федеральные органы исполнительной власти, ответственные за разработку конкретных технических регламентов.

В направлении формирования организационных структур, способствующих повышению энергоэффективности, сделан серьез-

езный шаг: создан Координационный совет – инструмент практической реализации политики энергосбережения и повышения энергоэффективности на федеральном и региональном уровнях.

Министерством энергетики подготовлены проекты нормативных документов и проведена организационная работа по формированию Федеральной энергосервисной компании (ФЭСКО) с целью выполнения комплекса энергосберегающих мероприятий, прежде всего в федеральной бюджетной сфере, с тем чтобы снизить на 30–35% потребление топливно-энергетических ресурсов.

ФЭСКО с сетью дочерних структур является важным элементом в структуре управления энергосбережением и энергоэффективностью в стране, предназначенным для решения следующих задач:

- по организации энергоаудита в бюджетной и производственной сферах;
- выполнению энергосервисных услуг;
- организации внедрения энергосберегающего и энергоэффективного оборудования;
- реализации финансовых механизмов энергосбережения и повышения энергоэффективности.

Важным направлением реализации политики энергосбережения и повышения энергоэффективности является государственная поддержка и создание благоприятного инвестиционного климата. Недостаток финансовых ресурсов и «длинных денег» определяет слабое финансирование деятельности по энергосбережению и повышению энергоэффективности. В этих условиях для выполнения задачи, поставленной Президентом Российской Федерации по существенному сокращению энергоемкости ВВП, назрела необходимость в разработке приоритетного национального проекта «Энергоэффективная Россия», реализуемого на основе частно-государственного партнерства.

Этот проект должен состоять из ряда субпроектов и решать, по крайней мере, следующие приоритетные задачи.

Первая из них – энергосбережение и повышение энергоэффективности в городском жилищно-коммунальном хозяйстве, прежде всего в системах освещения и водоканалах. По показателю освещенности на душу населения мы отстаем от показателей развитых

стран – членов ЕС более чем в 2 раза. Широкое и повсеместное внедрение энергосберегающих осветительных приборов, оборудования и технологий позволит достичь существенной экономии энергии, снизить рост преступности в городах.

Вторая задача – расширение использования на базе инновационных технологий твердых видов топлива без ухудшения экологических характеристик энергоустановок, применение биомассы и попутного нефтяного газа. По сути, это направление связано с активным вовлечением в топливно-энергетический баланс местных видов топлива.

Третья задача – рациональное и эффективное использование энергоресурсов в промышленности и естественных монополиях, являющихся основными потребителями ТЭР в стране.

В результате реализации только этих задач доля использования технического потенциала энергосбережения к 2015 году может достичь 30% и практически удвоиться к 2020 году по сравнению с текущими значениями, составив 40%.

Кроме того, продолжается разработка новой Федеральной целевой программы «Повышение эффективности энергопотребления в Российской Федерации», ориентированной прежде всего на поддержку осуществления энергосберегающих и энергоэффективных мероприятий в бюджетной сфере.

Особое значение придается сотрудничеству в области энергоэффективности с регионами. Ведь именно здесь должны реализовываться проекты по эффективному использованию ТЭР с активным участием бизнес-сообщества.

В вопросах энергосбережения и повышения энергоэффективности важно организовать четкое взаимодействие с бизнес-сообществом, а также задействовать человеческий фактор, обеспечив информационную и образовательную поддержку мероприятий по энергосбережению и повышению энергоэффективности использования топливно-энергетических ресурсов на международном, федеральном, региональном и муниципальном уровнях.

### **3.2. Законодательство Российской Федерации в области энергосбережения**

Разработан и принят Федеральный закон от 23.11.2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

В целях реализации Федерального закона от 23.11.2009 г. № 261-ФЗ разработаны и приняты следующие документы:

1) постановления Правительства Российской Федерации:

- Постановление Правительства Российской Федерации от 31.12.2009 г. № 1220 «Об определении применяемых при установлении долгосрочных тарифов показателей надежности и качества поставляемых товаров и оказываемых услуг»;
- Постановление Правительства Российской Федерации от 31.12.2009 г. № 1221 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности товаров, работ, услуг, размещение заказов на которые осуществляется для государственных и муниципальных нужд»;
- Постановление Правительства Российской Федерации от 31.12.2009 г. № 1222 «О видах и характеристиках товаров, информация о классе энергетической эффективности которых должна содержаться в технической документации, прилагаемой к этим товарам, в их маркировке, на их этикетках, и принципах правил определения производителями, импортерами класса энергетической эффективности товара»;
- Постановление Правительства Российской Федерации от 31.12.2009 г. № 1225 «О требованиях к региональным и муниципальным программам в области энергосбережения и повышения энергоэффективности»;
- Постановление Правительства Российской Федерации от 20.02.2010 г. № 67 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам определения полномочий федеральных органов исполнительной власти в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности»;

- Постановление Правительства Российской Федерации от 13.04.2010 г. № 235 «О внесении изменений в положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию»;
- Постановление Правительства Российской Федерации от 15.05.2010 г. № 340 «О порядке установления требований к программам в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности организаций, осуществляющих регулируемые виды деятельности»;
- Постановление Правительства Российской Федерации от 01.06.2010 г. № 391 «О порядке создания государственной информационной системы в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности и условий для ее функционирования»;
- Постановление Правительства Российской Федерации от 23.08.2010 г. № 646 «О принципах формирования органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации перечня мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в отношении общего имущества собственников помещений в многоквартирном доме»;
- Постановление Правительства Российской Федерации от 03.09.2010 г. № 681 «Об утверждении Правил обращения с отходами производства и потребления в части осветительных устройств, электрических ламп, ненадлежащие сбор, накопление, использование, обезвреживание, транспортирование и размещение которых может повлечь причинение вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям и окружающей среде»;
  - 2) распоряжения Правительства Российской Федерации:
- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 01.12.2009 г. № 1830-р «О плане мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в Российской Федерации»;
- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 26.07.2010 г. № 1246-р «О внесении изменений в типовые формы докладов глав администраций городских округов и муниципальных образований»;

3) Указ Президента Российской Федерации от 13.05.2010 г. № 579 «Об оценке эффективности деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления городских округов и муниципальных районов в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности»;

4) приказы Министерства энергетики Российской Федерации:

- Приказ Минэнерго России от 07.04.2010 г. № 148 «Об организации работы по образовательной подготовке и повышению квалификации энергоаудиторов для проведения энергетических обследований в целях эффективного и рационального использования энергетических ресурсов»;
- Приказ Минэнерго России от 16.04.2010 г. № 178 «Примерная форма предложения об оснащении приборами учета используемых энергетических ресурсов»;
- Приказ Минэнерго России от 19.04.2010 г. № 182 «Об утверждении требований к энергетическому паспорту, составленному по результатам обязательного энергетического обследования, и энергетическому паспорту, составленному на основании проектной документации, и правил направления копии энергетического паспорта, составленного по результатам обязательного энергетического обследования»;

5) приказы Министерства экономического развития Российской Федерации:

- Приказ Минэкономразвития России от 17.02.2010 г. № 61 «Об утверждении примерного перечня мероприятий в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, который может быть использован в целях разработки региональных, муниципальных программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности»;
- Приказ Минэкономразвития России от 11.05.2010 г. № 174 «Об утверждении примерных условий энергосервисного договора (контракта), которые могут быть включены в договор купли-продажи, поставки, передачи энергетических ресурсов (за исключением природного газа)»;
- Приказ Минэкономразвития России от 04.06.2010 г. № 229 «О требованиях энергетической эффективности товаров, исполь-

зуемых для создания элементов конструкций зданий, строений, сооружений, в том числе инженерных систем ресурсоснабжения, влияющих на энергетическую эффективность зданий, строений, сооружений»;

6) Приказ Министерства регионального развития Российской Федерации от 07.06.2010 г. № 273 «Об утверждении Методики расчета значений целевых показателей в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, в том числе в сопоставимых условиях»;

7) Приказ Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 29.04.2010 г. № 357 «Об утверждении Правил определения производителями и импортерами класса энергетической эффективности товара и иной информации о его энергетической эффективности», а также ряд других нормативных документов.

Были также реализованы нижеперечисленные мероприятия:

- разработана примерная форма предложений об оснащении приборами учета используемых энергетических ресурсов собственникам жилых домов (помещений), управляющим компаниям, товариществам собственников жилья, жилищным кооперативам со стороны организаций, которые осуществляют снабжение водой, природным газом, тепловой и электрической энергией или их передачу, об оснащении приборами учета используемых энергетических ресурсов;
- утвержден порядок заключения договора, регулирующего условия установки, замены и (или) эксплуатации приборов учета используемых энергетических ресурсов;
- организован процесс сбора информации о фактических потерях энергоресурсов при их передаче на основе данных приборов учета;
- внесены изменения в методические документы по определению нормативных потерь энергетических ресурсов при их передаче;
- утверждены требования к энергетическому паспорту, составленному по результатам обязательного энергетического обследования, и энергетическому паспорту, составленному на основании проектной документации и правил направления копии энергетического паспорта, составленного по результатам обязательного энергетического обследования;

- организована работа по образовательной подготовке и повышению квалификации энергоаудиторов для проведения энергетических обследований в целях эффективного и рационального использования энергетических ресурсов;
- утвержден административный регламент исполнения Министерством энергетики Российской Федерации государственной функции по ведению государственного реестра саморегулируемых организаций в области энергетического обследования.

### **3.3. Федеральная целевая программа «Энергосбережение России». Этапы ее реализации**

Федеральная целевая программа «Энергосбережение России» принята Правительством РФ в январе 1998 года на период до 2005 года. Состоит из пяти подпрограмм:

- 1) энергосбережение в ТЭК;
- 2) энергосбережение в ЖКХ;
- 3) энергосбережение в энергоемких отраслях промышленности;
- 4) производство приборов учета и регулирования;
- 5) энергосберегающая электротехника.

В программе задействованы Минэкономики, Миннауки, Госстрой России, ФЭК, Госстандарт и ряд других федеральных ведомств.

Заказчиком-координатором программы определено Минтопэнерго России.

#### *Мероприятия по реализации программы*

Создание правовой и методической базы федерального уровня. В настоящее время основополагающие документы приведены в определенную систему, позволяющую заниматься практическими действиями.

Завершить создание структуры управления энергосбережением на федеральном, региональном и отраслевом уровнях:

- на федеральном уровне – все вопросы энергосбережения переданы в ведение Госэнергонадзора, установлено взаимодействие с государственными, общественными и прочими организациями, занимающимися проблемами энергоэффективности на федеральном уровне; действует Координационный совет с участием

представителей всех заинтересованных министерств, ведомств, регионов, общественных и научных организаций;

- на региональном уровне – в 80% субъектов Российской Федерации в структурах исполнительной власти определены соответствующие подразделения, занимающиеся энергоэффективностью, а также созданы Центры энергосбережения, фонды, региональные программы многих субъектов РФ предусматривали в своих бюджетах целевые средства на установку приборов учета и регулирования в бюджетной сфере.

Законы об энергосбережении приняты в большинстве регионов Российской Федерации;

- на отраслевом уровне – при непосредственном участии и согласовании с Минтопэнерго России 26 федеральных министерств приняли отраслевые программы энергосбережения. С Министерством образования заключено соглашение о взаимодействии.

Формируются финансово-экономические механизмы реализации энергосберегающей политики. Основной принцип – возвратность средств за счет полученной экономии топливно-энергетических ресурсов. Рентабельность энергосберегающих проектов на первоначальных этапах достигает 300–400%, срок окупаемости – в пределах трех лет. Необходим стартовый капитал в виде займов или бюджетных ссуд.

Формируется система проведения обязательных энергетических обследований и стимулирования спроса на эти работы.

Проведено упорядочение организации и функционирования демонстрационных зон, где проходят апробацию все принятые правовые, организационные, экономические и технические решения и реализуются пилотные проекты. В 1998 году семи демонстрационным зонам вручены международные сертификаты.

Собственная работа Госэнергонадзора нацелена на практическую и полномасштабную деятельность по энергосбережению.

Осуществляются структурные преобразования органов Госэнергонадзора в части организации отделов, лабораторий и центров по энергосбережению. В каждом регионе имеются квалифицированные специалисты для решения практических задач по эффективному использованию топливно-энергетических ресурсов.

Готовятся нормативные акты по практическому энергосбережению:

- разработаны первые 6 стандартов, в разработке находятся ещё 12, в том числе ГОСТ на теплосчетчик;
- изданы руководящие указания по организации работ в сфере энергосбережения для управлений Госэнергонадзора в субъектах Российской Федерации, организована работа по созданию методик энергетических обследований предприятий промышленности, ЖКХ и бюджетной сферы.

Лимитирование потребления топливно-энергетических ресурсов предприятиями бюджетной сферы решает три задачи: упорядочивает расчеты и неплатежи; снижает расходы бюджетных средств; создает мотивацию к энергосбережению.

Начиная с 1998 года лимиты потребления ТЭР установлены 76 федеральным министерствам и ведомствам.

В первом полугодии 1999 года оплата за использованные ТЭР денежными средствами возросла на 27%, а энергопотребление при этом снизилось на 1%. Расходы федерального бюджета в 1999 году по этой статье снижены на 8,4 млрд руб.

В соответствии с постановлением Правительства РФ от 10.09.1999 г. № 1037 практика лимитирования распространена на сельхозпотребителей, предприятия ЖКХ, где начиная с 2000 года расходы на энергоносители зафиксированы отдельной строкой в федеральном стандарте стоимости содержания 1 кв. м жилья, что равносильно введению процедуры лимитирования этой сферы.

Создана и согласована со всеми субъектами Российской Федерации программа обязательных энергетических обследований, охватывающая на первом этапе 5,3 тыс. предприятий, потребляющих 6 тыс. т.у.т. в год. За 1,5 года было проведено 2,6 тыс. таких обследований. Потенциал энергосберегающих мероприятий, не требующих специальных инвестиционных ресурсов, составил более 1,8 млн т.у.т. При этом было привлечено в энергосбережение 1,8 млрд. руб. средств обследуемых предприятий; аттестовано по России более 300 энергоаудиторских фирм, из них более половины имеют соответствующий инструментарий; организован спрос на энергоаудиторские услуги при определении тарифов на элект-

рическую и тепловую энергию, установлении льгот при получении бюджетных ссуд и трансфертов. В итоге реальный объем заявок больше, чем возможности создаваемых структур.

В результате принимаемых мер спрос на приборный учет потребления ТЭР резко активизировался.

На приборное обеспечение в регионах России за это время было привлечено 1,3 млрд руб., из них 438 млн руб. – из бюджетных средств. Величина созданных за это время региональных внебюджетных фондов энергосбережения составляет на 01.10.1999 г. 620 млн руб. Наблюдается устойчивая тенденция роста средств на энергосбережение в социальную инфраструктуру регионов.

Энергосбережение в ТЭК после принятия ФЦП «Энергосбережение России» несколько активизировалось.

Главным препятствием практическому энергосбережению в ТЭК является отсутствие реальной экономической заинтересованности.

Так, в электроэнергетической отрасли отмечается:

- недогрузка экономичных станций;
- проблемы с обеспечением топливом.

Меры к мотивации:

- создание реального оптового рынка энергии;
- нормирование затрат в тарифах ( в первую очередь по топливу);
- усиление роли энергонадзоров как независимых экспертов;
- создание системы управления спросом на электротеплоэнергию;
- введение инвестиционной составляющей тарифа под согласованные энергосберегающие мероприятия.

Подобные меры можно отнести и к другим отраслям ТЭК.

#### *Первоочередные задачи на ближайшую перспективу*

1. В части правовой и методической базы:

- внести изменения в Закон «Об энергосбережении» и дополнить его механизмами прямого действия;
- дополнить статьями об ответственности за нерациональное использование ТЭР;
- определить четкий механизм финансирования;
- четче разграничить полномочия центра и регионов;
- дополнить статьей по возобновляемым источникам энергии и независимым производителям;

- внести дополнения и изменения в ФЦП «Энергосбережение России» с целью сделать ее программой конкретных действий:
- ввести раздел об эффективном использовании ТЭР на основе оптимизации ТЭБ;
- обобщить региональные и отраслевые программы;
- дополнить программой энергосбережения в бюджетной сфере;
- разработать подпрограмму использования средств малой и нетрадиционной энергетики в северных регионах России;
- включить отдельную подпрограмму энергетических обследований.
- создать государственную нормативную базу энергосбережения;
- создать широкую информационную компьютерную систему.

## 2. В финансово-экономической сфере:

- короткие инвестиции;
- система энергоаудитов;
- совершенствование и расширение системы лимитирования и нормирования ТЭР в государственном секторе экономики, дальнейшая отработка механизмов возвратной основы реализации программ.

## 3. В организационной части:

- совершенствование структуры органов Госэнергонадзора;
- обучение.

Однако в начале двухтысячных годов реализация политики энергосбережения в стране замедлилась по различным причинам.

На смену предыдущей федеральной целевой программе должна прийти новая программа – «Повышение эффективности энергопотребления в Российской Федерации» до 2015 года, проект концепции которой разработан и согласован с заинтересованными министерствами и ведомствами.

А также планируется разработать новую федеральную целевую программу «Развитие возобновляемой энергетики в Российской Федерации».

#### 4. МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В ОБЛАСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

---

Международное сотрудничество в сфере энергосбережения – одно из важных направлений в деятельности Минэнерго России. В реализации ряда проектов энергосбережения и энергоэффективности уже используется передовой опыт развитых стран, а также учитываются достижения в области энергоэффективности при формировании основополагающих документов в этой сфере.

ЭнергодIALOG Россия – ЕС предусматривает сотрудничество по ряду направлений, в том числе и в области энергоэффективности. За время существования энергодIALOGа (с октября 2000 года) было сделано многое в области углубления сотрудничества в энергетическом секторе между Россией и странами – членами Европейского союза. Реализация совместных проектов в значительной мере способствовала развитию практического сотрудничества.

Диалог по проблемам энергоэффективности между Россией и странами Евросоюза активно развивается. В частности, Министерством энергетики РФ заключены меморандумы и декларации о сотрудничестве в сфере энергоэффективности с профильными министерствами Франции, Италии, Японии, Нидерландов, Дании, Великобритании.

В рамках российско-американской президентской комиссии 8–10 июля 2009 года была достигнута договоренность между президентами России и США о создании межведомственной рабочей группы по энергетике и окружающей среде. Среди обсуждаемых тем сотрудничества – ряд энергетических вопросов, в том числе проекты в сфере энергоэффективности.

Министерство энергетики РФ представляет нашу страну в различных организациях и образованиях в сфере энергоэффективности и энергосбережения. С 2008 года Россия является полноправным участником международного партнерства по сотрудничеству в сфере энергоэффективности (ИРЕЕС).

28 апреля 2009 года в Москве состоялась презентация российско-немецкого энергетического агентства (RUDEA). Начался период практической реализации политики энергосбережения в стране

и формирования структуры управления энергоэффективностью. Министерство энергетики Российской Федерации, Министерство экономики и промышленного развития ФРГ и немецкое энергетическое агентство (DENA) выступили с инициативой создания российско-немецкого энергетического агентства (RUDEA) и сделали завершающий шаг перед подписанием документов в июле 2009 года.

Создание RUDEA является платформой практической реализации международного партнерства в области энергоэффективности между Россией и Германией.

Обширный опыт Германии и Европы свидетельствует о том, что для ведения успешной национальной стратегии повышения эффективности энергосбережения необходимо создание мощного энергетического агентства, которое могло бы:

- профессионально консультировать правительство;
- разрабатывать и внедрять инструменты, максимально удовлетворяющие нужды участников различных рынков;
- тесно сотрудничать с экономикой;
- существенно повысить эффективность использования энергоресурсов страны;
- значительно снизить себестоимость российских товаров;
- соответственно повысить возможный потенциал экспорта энергоносителей.

Цели энергетического агентства:

- внедрение политики рационального использования энергетических ресурсов;
- внедрение современных инновационных технологий в процесс производства, преобразования, передачи и использования энергии;
- содействие в формировании рынка энергосбережения и энергоэффективности в РФ;
- повышение экспортного потенциала топливно-энергетического комплекса РФ.

Приоритеты энергетического агентства:

- содействие внедрению инновационных, перспективных идей и подходов с целью оптимизации в области энергосбережения и энергоэффективности;

- активное участие в специализированных открытых дискуссиях с независимой, заслуживающей доверия позицией;
- взаимодействие с участниками рынка, а также с представителями исполнительной власти;
- сотрудничество с органами исполнительной власти РФ для достижения целей по разработке стратегии энергосбережения и энергоэффективности.

Одним из примеров использования практического потенциала энергосбережения стало Соглашение, заключенное в Москве 2 февраля 2009 года Министерством энергетики РФ, компанией «Сименс АГ», администрацией Свердловской области и мэрией г. Екатеринбурга, о взаимодействии в сфере исследования и внедрения энергосберегающих технологий в Екатеринбурге. Подобное сотрудничество по превращению крупнейшего промышленного центра Урала в город высокой энергоэффективности может быть моделью для проведения аналогичных мероприятий в регионах России. Кроме того, такие проекты должны составить основу взаимовыгодного российско-германского сотрудничества в сфере энергоэффективности.

ИРЕЕС (The International Partnership for Energy Efficiency Cooperation) – международное партнерство по сотрудничеству в области энергоэффективности. В мае 2009 года министры энергетики «Группы восьми» подписали учредительные документы ИРЕЕС. Первое заседание исполнительного комитета ИРЕЕС состоялось в Париже в сентябре 2009 года.

Членами партнерства стали Россия, Италия, США, Бразилия, Канада, Франция, Германия, Япония, Республика Корея, Мексика, Китай, Великобритания и Еврокомиссия в качестве наблюдателя.

### ***Цели***

ИРЕЕС оказывает поддержку в работе, проводимой странами-участницами и соответствующими организациями в целях повышения энергетической эффективности. Это дополнительный инструмент к Рамочной конвенции ООН об изменении климата.

Партнерство опирается на опыт и работу, проводимые международными организациями и финансовыми институтами, научно-исследовательскими организациями, частным сектором, поддержку общественности – частного партнерства.

## **Энергетический диалог Россия – ЕС**

Сотрудничество в области энергоэффективности, энергосбережения и возобновляемых энергоресурсов является важным, приоритетным направлением энергодиалога Россия – ЕС с 2000 года. С этого момента стало развиваться Стратегическое партнерство в энергетическом секторе Россия – ЕС. После второго совещания постоянного совета партнерства (ПСП) России – ЕС по энергетике, проведенного в Москве 8 декабря 2006 года, Россия и ЕС согласились продлить срок полномочий тематической группы по энергоэффективности. Было также согласовано, что эта группа может опираться на проделанную работу и результаты, полученные предыдущей совместной тематической группой по энергоэффективности и энергосбережению.

Совместная тематическая группа по энергоэффективности ставит своими задачами:

- обмен информацией по нормативно-законодательной базе;
- обмен опытом и знаниями в сфере энергоэффективности, сбережения первичных энергетических ресурсов, возобновляемых энергоресурсов, сжигания попутного нефтяного газа;
- реализацию совместных проектов, представляющих общий интерес.

Важным приоритетным направлением в деятельности совместной тематической группы по энергоэффективности является и впредь будет являться реализация Инициативы по энергоэффективности в рамках сотрудничества Россия – ЕС.

План деятельности по реализации предложенных совместных действий тематической группы в 2006–2007 годах был утвержден постоянным советом партнерства по энергетике в декабре 2006 года. Основное внимание в 2006–2008 годах было уделено взаимодействию по дальнейшей разработке институциональной, законодательной и финансовой базы в области энергоэффективности, энергосбережения и возобновляемых энергоресурсов.

Сопредседатели тематической группы по энергоэффективности, с российской стороны и со стороны ЕС, на основании большой подготовительной работы, которую группа провела после предыдущего постоянного совета партнерства по энергетике Россия – ЕС

(в декабре 2006 г.), пришли в своем отчете к общей оценке текущего положения и определили приоритеты Инициативы по энергоэффективности Россия – ЕС и конкретные действия, которые должны быть реализованы до 2009 года.

Приоритетные области Инициативы по энергоэффективности партнерства России – ЕС на период 2009–2010 годов:

- продолжение сотрудничества по обмену опытом и консультациям по нормативно-законодательной и институциональной базе для стимулирования в сфере энергоэффективности, возобновляемых энергоресурсов и экономически эффективному использованию попутного газа;
- реализация проектов для объединения усилий экспертов и промышленности в сфере энергоэффективности и возобновляемых энергоресурсов;
- углубление сотрудничества на международном уровне для стимулирования энергоэффективности, энергосбережения и использования возобновляемых энергоресурсов;
- улучшение доступности информации по нормативно-законодательной базе и мероприятиям в сфере энергоэффективности, использованию возобновляемых энергоресурсов и развитию сотрудничества между гражданами и организациями России и ЕС.

### ***Единые цели сотрудничества Россия – ЕС***

Сотрудничество в сфере улучшения рационального использования энергии во всех секторах экономики и рост использования возобновляемых энергоресурсов представляют общий интерес для России и ЕС в деле повышения конкурентоспособности экономики России и ЕС, наличия доступных по цене энергоресурсов, включая удаленные районы, и содействия обеспечению экологической устойчивости в России и ЕС.

В России и ЕС уже достигнут существенный прогресс в этих областях, однако предстоит реализовать как в России, так и в ЕС их огромный, пока еще неиспользуемый потенциал. Общее энергопотребление в России и ЕС продолжает расти, и как следствие этого – увеличиваются выбросы CO<sub>2</sub>.

Перед Россией и ЕС стоит сложная задача – устранение взаимовлияния экономического роста от роста энергопотребления и

выбросов парниковых газов. Для этого необходимы серьезные усилия в плане более эффективного использования энергоресурсов по всей цепочке — от производства энергии до ее потребления — при сохранении реального устойчивого роста.

Россия и ЕС разделяют общие интересы в углубленном понимании подходов и методов энергосбережения и энергоэффективности, взаимного обмена передовым опытом и эффективными технологиями, способности наращивать потенциал по их применению и повышать информированность общественности, что будет способствовать улучшению энергоэффективности и использованию возобновляемых энергоресурсов.

### ***Реализованные совместные проекты***

*Гармонизация политик Российской Федерации и ЕС в сфере энергетики (2005–2006 гг.)*

Этот проект содействовал энергодиалогу Россия – ЕС по гармонизации политик в сфере энергетики. Проект содержал оценку энергопотребления/энергоснабжения; условия и барьеры для инвестирования.

*Энергоэффективность на региональном уровне в Архангельской, Астраханской и Калининградской областях (реализовано в 2006–2007 гг.)*

Проект содействовал сотрудничеству России и ЕС в сфере разработки рекомендаций по долгосрочной политике в сфере энергоэффективности и определения проектов по энергоэффективности, которые экономически осуществимы в Архангельской, Астраханской и Калининградской областях. В рамках этого проекта были организованы семинары в Архангельске, Астрахани и Калининграде по росту региональных мощностей для самостоятельного обеспечения регионального энергобаланса.

Каждому региону была дана определенная целевая группа, были определены реальные цифры по инвестированию проекта в рамках проекта и каждого региона. По каждому региону была проанализирована продуктивность определенных инвестиционных проектов в сфере энергоэффективности:

– Астрахань – сектор электроснабжения (производство и передача);

- Калининград – промышленное энергопотребление;
- Архангельск – коммунальное и бытовое потребление.

*Возобновляемые энергоресурсы и восстановление малых гидроэлектростанций (проект начат в сентябре 2007 г. и рассчитан на два года)*

Проект содействовал сотрудничеству России и ЕС в сфере возобновляемых энергоресурсов, внедрению и использованию программ по возобновляемым энергоресурсам в России на федеральном и региональном уровнях. Проект реализовывался во взаимодействии с федеральным правительством, Астраханской и Нижегородской областями и Краснодарским краем.

*Использование попутного газа в России, устранение барьеров и привлечение инвестиций (совместное исследование опубликовано в июле 2007 г.)*

Результаты проекта: проанализированы проблемы, связанные с использованием попутного нефтяного газа в России, местный и международный опыт по сокращению сжигания попутного газа. Определены основные барьеры для привлечения инвестиций. Проведена оценка экономической эффективности проектов по росту использования попутного нефтяного газа. В исследовании предложены пути для усовершенствования нормативно-законодательной базы, регулирующей использование попутного нефтяного газа.

## **5. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ И ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ**

---

### **5.1. Основные направления энергосбережения**

В систему электроснабжения предприятия входят электрические сети напряжением 0,4 кВ, 6 кВ или 10 кВ, понижающие трансформаторы, электродвигатели, электроприводы, осветительные комплексы, системы автоматизации и др.

Вопросы сбережения и экономии электроэнергии содержат организационные и технические мероприятия. Организационные мероприятия включают:

- разработку планов потребления электроэнергии и удельных норм ее расходования;
- упорядочение потребления электроэнергии в электросиловых установках;
- поддержание рационального режима пользования электроосвещением;
- учет расхода электроэнергии;
- правильность взаиморасчетов с энергосберегающими организациями и сторонними потребителями;
- подведение итогов работы по экономии электроэнергии.

Технические мероприятия:

- снижение потерь электроэнергии в сетях и линиях электропередачи;
- реконструкция сетей без изменения напряжений;
- перевод сетей на повышенное напряжение;
- включение под нагрузку резервных линий электропередачи;
- снижение потерь в силовых трансформаторах;
- применение экономически целесообразного режима одновременной работы трансформаторов.

Основные энергосберегающие направления в электроэнергетике:

- рациональный выбор мощности электродвигателей, приводов механизмов и трансформаторов, при которых обеспечиваются высокие коэффициенты мощности и коэффициенты полезного действия;

- автоматизация электроприводов и осветительных сетей, направленных на экономное расходование электроэнергии;
- применение частотно-регулируемого электропривода на механизмах с переменной производительностью;
- разработка производственно-технологических процессов с учетом норм расхода электроэнергии.

Энергосбережение в системах электроснабжения предприятия включает следующие основные мероприятия.

1. Модернизация систем возбуждения синхронных двигателей (СД) путем замены аналоговых на цифровые возбуждающие устройства (ЦВУ). ЦВУ позволяют повысить надежность возбуждателя, улучшить условия пуска СД, обеспечивают оперативный анализ работы СД в переходных и нагрузочных режимах, защиту от неправильных действий персонала, позволяют снизить потери в примыкающей сети, повысить статическую и динамическую устойчивость работы СД.

2. Применение гидродинамических муфт (ГДМ) для регулирования производительности синхронных двигателей позволяет экономить до 15% электроэнергии, повысить качество регулирования параметров технологических процессов, увеличить срок службы, производить пуск двигателя без нагрузки.

3. Установка полупроводниковых пусковых устройств для синхронных двигателей.

4. Использование современных осветительных комплексов с металлогалогенными лампами. Замена ламп ДРЛ-400 на лампы НЛВД-300, ламп накаливания – на компактные люминесцентные Е-27.

5. Внедрение современных автоматизированных систем коммерческого учета энергоресурсов на базе микропроцессорной техники.

6. Внедрение частотно-регулируемого электропривода и систем автоматического регулирования на основном и вспомогательном оборудовании.

7. Оптимизация режимов работы систем электроснабжения по реактивной мощности путем автоматического регулирования возбуждения синхронных двигателей и автоматического включения батарей статических конденсаторов.

8. Применение современных высокотехнологичных уплотняющих материалов для электрических насосов.

9. Автоматизация управления освещением путем установки фотореле, а также регулярная (по графику) очистка светильников.

Основные пути экономии электроэнергии при проектировании и эксплуатации электроустановок строительных площадок, предприятий и коммунально-бытовых сооружений включают организационные мероприятия, нормирование расходов электроэнергии, контроль потребления электроэнергии. Наряду с организационными мероприятиями по экономии электроэнергии сбережение энергоресурсов достигается за счет технических мероприятий, осуществляемых в процессе проектирования, монтажа и эксплуатации электроустановок.

Экономия электроэнергии при проектировании и монтаже может быть достигнута путем снижения ее потерь:

- в сетях – за счет рационального выбора сечений проводов; применения способов соединения, обладающих малыми переходными сопротивлениями; равномерного распределения нагрузки по фазам;
- электрических приводах – за счет оптимального (по коэффициенту загрузки) выбора мощности электрических машин; установки автоматических ограничителей холостого хода электрических машин;
- трансформаторах – за счет их оптимальной загрузки; обеспечения возможности создания экономичных режимов для параллельно работающих трансформаторов;
- компрессорных установках – регулированием производительности компрессора при колебаниях расхода сжатого воздуха; автоматизацией открытия всасывающих клапанов; использованием компрессоров с малым номинальным рабочим давлением; подогревом сжатого воздуха перед приемниками; осуществлением резонансного наддува поршневых воздушных компрессоров, заменой (там, где это целесообразно) пневматического инструмента на электроинструмент;
- насосных установках – за счет автоматизации работы насосных агрегатов и применения насосов с высоким КПД;

- вентиляционных установках – за счет автоматизации и применения экономичных вентиляторов; внедрения экономичных способов регулирования производительности; блокировки вентиляторов тепловых завес с устройствами открывания и закрывания ворот;
- осветительных электроустановках – за счет правильного выбора типа ламп и светильников; применения различных устройств автоматического включения и отключения светильников; поддержания номинального уровня напряжения в сети.

Экономия электроэнергии при эксплуатации электроустановок может быть достигнута:

- за счет контроля работы сети и своевременности включения резервных линий, а также за равномерностью нагрузки по фазам;
- ведения экономичного режима работы трансформаторов;
- увеличения нагрузки рабочих технологических машин;
- установки ограничителей холостого хода на крупных электромашинах;
- выявления и замены ненагруженных электродвигателей электродвигателями меньшей мощности.

При эксплуатации компрессоров экономия электроэнергии достигается в результате применения резонансного наддува поршневых воздушных компрессоров, систематического контроля утечек сжатого воздуха, отключения участков или всей сети сжатого воздуха в нерабочее время.

При эксплуатации насосных установок экономия электроэнергии обеспечивается за счет улучшения загрузки насосов и совершенствования регулирования их работы, сокращения расхода и потерь воды.

При эксплуатации вентиляционных установок экономия электроэнергии обеспечивается за счет замены старых вентиляторов новыми; использования современных способов регулирования производительности вентиляторов; внедрения автоматического управления установками.

При эксплуатации осветительных установок экономия электроэнергии достигается за счет замены светильников с лампами накаливания на светильники с газоразрядными лампами; своевре-

менной очистки ламп и светильников; поддержания номинального уровня напряжения в сети; автоматизации управления осветительными установками.

При эксплуатации станков, имеющих межоперационное время (время холостого хода) более 10 секунд, сбережение электроэнергии обеспечивается за счет применения ограничителей холостого хода. Когда межоперационное время менее 10 секунд, вопрос об эффективности ограничителей холостого хода решается путем контрольного расчета.

При эксплуатации незагруженных электродвигателей экономия электроэнергии достигается за счет замены электродвигателями меньшей мощности. Если средняя нагрузка электродвигателя составляет менее 45% номинальной мощности, то замена его менее мощным электродвигателем всегда целесообразна. При нагрузке электродвигателя более 70% номинальной мощности можно считать, что замена его нецелесообразна. При нагрузке электродвигателя в пределах 45...70% номинальной мощности целесообразность его замены должна быть подтверждена уменьшением суммарных потерь активной мощности в электрической системе и электродвигателе.

## 5.2. Экономия электроэнергии в электрических сетях

Распределительные электрические сети, как правило, выполняются в виде воздушных или кабельных линий. Экономия электроэнергии достигается за счет снижения потерь напряжения и мощности в линиях путем правильного выбора сечения проводника или перевода сети на более высокое напряжение.

Потери активной мощности  $\Delta P$  обусловлены активным сопротивлением линии  $r_l$  и активной проводимостью  $g_l$ , потери реактивной мощности  $\Delta Q$  – реактивным и индуктивным сопротивлениями.

В общем виде потери мощности в сети рассчитываются:

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} \cdot r_l; \quad \Delta Q = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} \cdot x_l.$$

В свою очередь, сопротивления линии находятся через удельное сопротивление  $\rho$ , длину  $l$  и сечение проводника  $s$ .

Экономия электроэнергии в сети при переводе ее на более высокое напряжение вычисляется:

$$\Delta \Theta = 0,003 \rho l_c t_p (P_1/s_1 - P_2/s_2),$$

где  $l_c$  – длина участка сети, на котором проводится повышение напряжения, м;  $I_1$  и  $I_2$  – средние значения токов в каждом проводе сети, соответственно при НН и ВН, А;  $s_1$  и  $s_2$  – сечения проводов сети при НН и ВН, мм<sup>2</sup>;  $t_p$  – расчетный период времени, ч.

При проведении реконструкции сетей – изменении сечения проводов, материала, изменении длины без изменения напряжения – экономия электроэнергии составит:

$$\Delta \Theta = 0,003 I^2 (\rho_1 l_1 / s_1 - \rho_2 l_2 / s_2) t_p,$$

где  $I$  – среднеквадратичное значение тока нагрузки одной фазы, А;  $l_1, s_1, \rho_1$  и  $l_2, s_2, \rho_2$  – длина, удельное сопротивление, сечение сети до и после реконструкции.

### 5.3. Экономия электроэнергии в трансформаторах

Силовые трансформаторы на промышленных предприятиях являются важнейшим элементом системы электроснабжения, следовательно, снижение потерь в них приводит к существенной экономии электроэнергии.

К основным способам уменьшения потерь электроэнергии в трансформаторах можно отнести следующие:

- применение рациональных напряжений;
- выбор числа трансформаций;
- применение целесообразных режимов работы силовых трансформаторов.

Потери в силовых трансформаторах подразделяются на нагрузочные потери ( $\Delta P_k$ ) и потери холостого хода ( $\Delta P_x$ ). Методы снижения потерь могут быть применены как к одной составляющей, например к  $\Delta P_x$ , так и к обеим.

Недостаточная загрузка трансформатора (на 30% от номинальной мощности) приводит к работе трансформатора в режиме, близком к холостому ходу, то есть появлению излишних потерь электроэнергии не только в самом трансформаторе, но и по всей системе электроснабжения (от источника питания до самого трансформатора) из-за низкого коэффициента мощности.

В целях экономии электроэнергии целесообразно отключать малонагруженные трансформаторы при сезонном снижении нагрузки.

Потери электроэнергии в трансформаторе равны:

$$\Delta \mathcal{E}_T = \Delta P_x T_n + \Delta P_k k_3^2 T_{раб},$$

где  $T_n$  – годовое число часов работы трансформатора;  $T_{раб}$  – годовое число часов работы трансформатора с номинальной нагрузкой;  $k_3$  – коэффициент загрузки трансформатора.

В свою очередь,

$$\Delta P_k = 3I_{ном}^2 r_T = \frac{S_{ном}^2}{U_{ном}^2} r_T; \quad \Delta P_x = U_{ном}^2 g_T,$$

где  $S_{ном}$  – номинальная мощность трансформатора,  $U_{ном}$  – номинальное напряжение трансформатора.

Таким образом, можно сказать, что с уменьшением потерь в трансформаторе путем рациональной загрузки по мощности существенно снижается электропотребление в целом по предприятию.

#### 5.4. Экономия электроэнергии в электродвигателях

При нагрузке электродвигателя в пределах 45–70% номинальной мощности возникает вопрос о замене его на менее мощный. Целесообразность такой замены должна быть обоснована. Для этого определяются суммарные потери активной мощности в системе электроснабжения и в электродвигателе до замены  $\Delta P_{1\Sigma}$  и после замены  $\Delta P_{2\Sigma}$  двигателя. Если  $\Delta P_{2\Sigma} < \Delta P_{1\Sigma}$ , замена обоснована:

$$\Delta P_{\Sigma} = [Q_x(1 - k_3^2) + k_3^2 Q_{д.ном}] k_{и.п} + \Delta P_x + k_3^2 \Delta P_{а.н},$$

где  $Q_x = \sqrt{3} U_{д.ном} I_x$  – реактивная мощность, потребляемая электродвигателем из сети при холостом ходе;  $k_3 = P/P_{д.ном}$  – коэффициент загрузки двигателя;  $Q_{д.ном}$  – реактивная мощность двигателя при номинальной нагрузке;  $\Delta P_x$  – потери активной мощности при холостом ходе двигателя;  $\Delta P_{а.н}$  – прирост активной мощности двигателя при 100% загрузке.

Экономия электроэнергии находится:

$$\Delta \mathcal{E} = \Delta P T,$$

где  $T$  – время работы двигателя.

Стоимость сэкономленной электроэнергии равна:

$$C = \Delta \mathcal{E} \mathcal{C},$$

где  $\mathcal{C}$  – цена 1 кВт·ч электроэнергии.

Экономический годовой эффект, в свою очередь, составит:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = C - \mathcal{Z},$$

где  $\mathcal{Z}$  – затраты на приобретение оборудования, монтаж и наладку.

### **5.5. Экономия электроэнергии в насосных и воздуходушных установках с помощью регулируемого электропривода**

Система электропривода водоснабжения, теплоснабжения и вентиляции характеризуется цикличностью работы. В течение суток и даже дня нагрузка на электродвигатель может колебаться в пределах 60–80%. Возникает необходимость регулирования электропотребления путем регулирования частоты вращения исполнительных механизмов. Существует несколько способов:

- механические вариаторы;
- гидравлические муфты, дополнительно вводимые в статор или ротор резисторами;
- электромеханические преобразователи частоты;
- статические преобразователи частоты.

Применение частотного регулирования позволяет в таких системах с непостоянной нагрузкой обеспечить оптимальное электропотребление конкретного электродвигателя в данный момент времени. Другими словами, электродвигатель забирает из сети столько электроэнергии, сколько требуется для обеспечения необходимого технологического процесса.

Наиболее важной в случае применения регулируемого электропривода является его энергосберегающая функция. Насосный агрегат, управляемый преобразователем частоты в автоматическом режиме, становится из затратного объекта объектом самокупаемым. Причем практика показывает, что затраты на оснащение насосов частотным регулированием окупаются от полугода до года с учетом конкретного объекта и мощности низковольтного (380 В) электродвигателя. Для высоковольтных (6–10 кВ) электродвигате-

лей насосов период окупаемости может быть несколько больше – от одного до двух лет. Экономия электроэнергии составляет от 35 до 60%, воды и теплоносителей – до 15%.

Принцип частотного метода регулирования скорости асинхронного двигателя заключается в том, что, изменяя частоту  $f_1$  питающего напряжения, можно в соответствии с выражением

$$\omega_0 = \frac{2\pi \cdot f_1}{p}$$

при неизменном числе пар полюсов  $p$  изменять угловую скорость магнитного поля статора. Этот способ обеспечивает плавное регулирование скорости в широком диапазоне, а механические характеристики обладают высокой жесткостью. Регулирование скорости при этом не сопровождается увеличением скольжения асинхронного двигателя, поэтому потери мощности при регулировании невелики. Для получения высоких энергетических показателей асинхронного двигателя – коэффициентов мощности, полезного действия, перегрузочной способности – необходимо одновременно с частотой изменять и подводимое напряжение.

Применение регулируемого электропривода обеспечивает энергосбережение и позволяет получать новые качества систем и объектов. Значительная экономия электроэнергии обеспечивается за счет регулирования какого-либо технологического параметра. Например, если это насос или вентилятор – можно поддерживать давление или регулировать производительность.

## **5.6. Экономия электроэнергии в системах освещения**

Экономия электроэнергии в осветительных установках может быть достигнута за счет оптимизации светотехнической части осветительных установок и осветительных сетей, оптимизации систем управления и регулирования освещения, рациональной организацией эксплуатации освещения. Оптимизация светотехнической части осветительных установок и осветительных сетей в основном состоит из следующих мероприятий: выбор системы освещения и типов источников света, выбор экономичных схем размещения светильников, выбор светильников по светораспределению и конс-

труктивному исполнению. В промышленных осветительных установках предпочтительнее применять люминесцентные, ртутные, металлогалогенные и натриевые лампы. Окончательный выбор светильников производится по светотехническому и технико-экономическому расчетам.

Экономия электроэнергии, получаемая за счет правильного выбора источника света, определяется несколькими факторами:

- световой отдачей источников света;
- потерями мощности в сети и пускорегулирующей аппаратуре (ПРА);
- нормативными требованиями к осветительной установке, зависящими от нормируемой освещенности и коэффициента запаса.

Наиболее эффективный путь экономии электроэнергии в осветительных установках – разработка и внедрение высокоэкономичных источников света. Расчет экономии электроэнергии на освещение при замене старых источников света (индекс 2) на новые (индекс 1):

$$\Delta \mathcal{E} = T_{oc} (\alpha_1 p_1 n_1 N_1 - \alpha_2 p_2 n_2 N_2),$$

где  $T_{oc}$  – число часов использования максимума осветительной нагрузки в год;  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий потери в сетях и ПРА;  $p$  – мощность одной лампы;  $n$  – число ламп в светильнике;  $N$  – количество светильников.

Для внутреннего освещения в целях экономии электроэнергии рекомендуется использовать установки смешанного света, например сочетание натриевых ламп высокого давления и люминесцентных ламп. Значительную экономию электроэнергии можно получить при питании осветительных установок напряжением 380 В вместо 220 В.

Для экономного расхода электроэнергии в осветительных установках необходимо также применять системы управления освещением, то есть включение и отключение освещения в зависимости от уровня естественной освещенности помещения, присутствия и отсутствия в помещении людей и т. п.

## 5.7. Экономия электроэнергии в электротехнологических установках

Основными электротехнологическими установками на промышленных предприятиях являются электрические печи и электронагревательные установки, электросварочные установки, установки для электрофизической и электрохимической обработки металлов. Рассмотрим способы экономии электроэнергии на примере дуговой сталеплавильной печи.

Дуговая сталеплавильная печь — один из самых крупных потребителей электрической энергии, потребляемая мощность печей достигает 100 МВА. Удельный расход электроэнергии на выплавку 1 тонны стали определяется по выражению:

$$W_{уд} = \frac{S_{II} \cos \varphi_{II} W_{yo.T}}{S_{II} \cos \varphi_{II} \eta_{эл} - \Delta P_1} + \frac{\Delta P_2 t_2}{G \eta_{эл}} + \frac{\Delta P_3 t_3}{G \eta_{эл}},$$

где  $S_{II}$  — мощность, потребляемая печью;  $\Delta P_1, \Delta P_2, \Delta P_3$  — мощности тепловых потерь в различные периоды работы печи;  $G$  — масса загрузки печи;  $\cos \varphi_{II}$  — коэффициент мощности печи;  $\eta_{эл}$  — электрический КПД печи.

Можно сказать, что на удельные расходы электроэнергии печи и, соответственно, на электропотребление влияют следующие факторы:

- производительность печи;
- электрические и тепловые потери;
- простои печи;
- электрические и технологические режимы работы печи.

Экономия электроэнергии в печи достигается путем уменьшения времени простоя, увеличения мощности Суд печи, снижения потерь и выбора оптимального технологического режима работы.

## **6. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЯЮЩИХ ОБЪЕКТОВ**

---

### **6.1. Основные положения энергетических обследований**

В соответствии со статьями 15 и 16 Федерального закона от 23.11.2009 г. № 261-ФЗ энергетическое обследование может проводиться в отношении продукции, технологического процесса, а также юридического лица, индивидуального предпринимателя.

Основными целями энергетического обследования являются:

- 1) получение объективных данных об объеме используемых энергетических ресурсов;
- 2) определение показателей энергетической эффективности;
- 3) определение потенциала энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- 4) разработка перечня типовых, общедоступных мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности и проведение их стоимостной оценки.

По соглашению между лицом, заказавшим проведение энергетического обследования, и лицом, проводящим энергетическое обследование, может предусматриваться разработка по результатам энергетического обследования отчета, содержащего перечень мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, отличных от типовых, общедоступных мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности.

Деятельность по проведению энергетического обследования вправе осуществлять только лица, являющиеся членами саморегулируемых организаций в области энергетического обследования.

Энергетическое обследование проводится в добровольном порядке, за исключением случаев, если в соответствии с настоящим Федеральным законом оно должно быть проведено в обязательном порядке.

По результатам энергетического обследования проводившее его лицо составляет энергетический паспорт и передает его лицу, заказавшему проведение энергетического обследования.

Энергетический паспорт, составленный по результатам энергетического обследования, должен содержать следующую информацию:

- 1) об оснащенности приборами учета используемых энергетических ресурсов;
- 2) объеме используемых энергетических ресурсов и о его изменении;
- 3) показателях энергетической эффективности;
- 4) величине потерь переданных энергетических ресурсов (для организаций, осуществляющих передачу энергетических ресурсов);
- 5) потенциале энергосбережения, в том числе об оценке возможной экономии энергетических ресурсов в натуральном выражении;
- 6) перечне типовых мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности.

Энергетические паспорта на здания, строения, сооружения, вводимые в эксплуатацию после осуществления строительства, реконструкции, капитального ремонта, могут составляться на основании проектной документации.

Проведение энергетического обследования является обязательным для следующих лиц:

- 1) органов государственной власти, органов местного самоуправления, наделенных правами юридических лиц;
- 2) организаций с участием государства или муниципального образования;
- 3) организаций, осуществляющих регулируемые виды деятельности;
- 4) организаций, осуществляющих производство и/или транспортировку воды, природного газа, тепловой энергии, электрической энергии, добычу природного газа, нефти, угля, производство нефтепродуктов, переработку природного газа, нефти, транспортировку нефти, нефтепродуктов;
- 5) организаций, совокупные затраты которых на потребление природного газа, дизельного и иного топлива, мазута, тепловой энергии, угля, электрической энергии превышают десять миллионов рублей за календарный год;
- 6) организаций, проводящих мероприятия в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, финансируемых полностью или частично за счет средств федерального

бюджета, бюджетов субъектов Российской Федерации, местных бюджетов.

Уполномоченный федеральный орган исполнительной власти осуществляет сбор, обработку, систематизацию, анализ, использование данных энергетических паспортов, составленных по результатам обязательных энергетических обследований, а также данных энергетических паспортов, составленных по результатам добровольных энергетических обследований, в соответствии с требованиями, определенными Правительством Российской Федерации.

Информация, полученная при обработке, систематизации и анализе данных энергетических паспортов, составленных по результатам обязательных и добровольных энергетических обследований, необходима в целях получения объективных данных об уровне использования органами и организациями энергетических ресурсов, о потенциале их энергосбережения и повышения энергетической эффективности, о лицах, достигших наилучших результатов при проведении энергетических обследований, об органах и организациях, имеющих наилучшие показатели в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, об иных получаемых в результате энергетического обследования показателях.

Задачи энергетического обследования предусматривают:

- оценку фактического состояния использования ТЭР;
- сравнение показателей энергоиспользования с нормативными значениями;
- выявление причин нерационального расходования ТЭР и определение резервов экономии топлива, электрической и тепловой энергии, воды;
- разработку и контроль программ по энергосбережению и ведению энергетического паспорта.

## **6.2. Организация энергетического обследования**

Энергетическое обследование предприятия включает пять стадий.

1. Предэксплуатационное энергетическое обследование проводится перед пуском и вводом в эксплуатацию топливо- и энергопотребляющего оборудования (объекта, технологического процесса) с

целью проверки соответствия законченных монтажных и наладочных работ требованиям государственных стандартов, СНиПов и проектной документации по показателям энергоэффективности.

По результатам обследования составляется акт обследования, делаются выводы о соответствии (или несоответствии) подготовленного к пуску и эксплуатации топливо- и энергопотребляющего оборудования (объекта, технологического процесса) нормативным показателям энергоэффективности, а также дается разрешение (или налагается обоснованный запрет) на пуск и эксплуатацию. Разрешение на пуск и эксплуатацию оформляется соответствующим актом, в котором устанавливается дата проведения первичного обследования.

2. Первичное энергетическое обследование проводится с целью определения фактических показателей энергоэффективности находящегося в эксплуатации топливо- и энергопотребляющего оборудования (объекта, технологического процесса), оценки фактической эффективности использования ТЭР (проверяется состояние учета используемых и производимых ТЭР, отчетность по их использованию и производству, проводится анализ затрат на топливо- и энергообеспечение и т. д.). По результатам обследования составляется акт обследования или выдается предписание об устранении нарушений в использовании ТЭР. Результаты обследования заносятся в энергетический паспорт предприятия.

3. Периодическое энергетическое обследование проводится в целях проверки выполнения выданных ранее предписаний, оценки динамики потребления ТЭР и их удельных расходов на выпуск продукции (энергоёмкость, стоимость ТЭР в общих материальных затратах производства), а также выполнения программы энергосбережения (мероприятий по энергосбережению). По результатам обследований составляется акт обследования, вносятся изменения в ранее разработанный энергетический паспорт предприятия – потребителя ТЭР или выдается предписание об устранении нарушений в использовании ТЭР (в случае выявления таких нарушений).

4. Внеочередное энергетическое обследование проводится по инициативе отдельных органов РФ в случаях:

– предоставления льгот, связанных с использованием ТЭР;

- изменения общего и удельного потребления ТЭР;
- изменения себестоимости продукции и энергетической составляющей в ней;
- изменения количества выбросов вредных веществ в атмосферу;
- предположений по изменению эффективности использования ТЭР.

5. Локальное энергетическое обследование проводится с целью:

- оценки эффективности использования ТЭР;
- выявления отдельных показателей энергоэффективности по отдельным технологическим процессам, группам агрегатов или отдельным агрегатам.

Финансирование энергетических обследований осуществляется за счет средств предприятия.

### **6.3. Порядок проведения энергетического обследования**

В проведении энергетических обследований участвуют предприятие и организация, проводящая энергетическое обследование.

Порядок проведения энергетического обследования предприятия включает несколько этапов.

#### *1. Подготовительный этап*

На предприятии проводятся:

- подготовка договора на проведение энергетического обследования;
- обзор и анализ информации о предприятии, системах энергоснабжения, об оборудовании, режимах его работы;
- проверка наличия приборного оснащения для проведения энергетического обследования;
- разработка, согласование и утверждение программы и календарного плана проведения энергетического обследования.

Предприятие:

- выбирает организацию (фирму) для заключения договора на проведение энергетического обследования;
- утверждает техническое задание на проведение энергетического обследования, включая программу проведения обследования;
- издает соответствующий приказ с утверждением состава рабочей группы, ответственной за проведение обследования;

- назначает приказом ответственное лицо за проведение работ по энергетическому обследованию.

Ответственное лицо в дальнейшем должно сотрудничать с персоналом организации, проводящей энергетическое обследование.

Предприятие должно:

- оказывать содействие проведению обследования;
- обеспечить доступ персонала организации к обследуемым объектам;
- выделить квалифицированный персонал для сопровождения и оказывать помощь при проведении обследования;
- предоставить статистическую, документальную, техническую и технологическую документацию;
- установить режимы работы оборудования предприятия, необходимые для проведения метрологических, инструментальных измерений, если методики не противоречат требованиям технологии и техники безопасности.

Предприятие и организация, проводящая энергетическое обследование, совместно:

- заключают договор на проведение энергетического обследования;
- оформляют двухсторонний акт о передаче статистической, документальной, технической и технологической документации с указанием наименования каждого документа, даты его составления, формата и количества листов, количества экземпляров;
- в двухстороннем акте оговаривают условия пользования и возврата передаваемой документации (срок пользования, конфиденциальность, возможность копирования, выноса с территории предприятия);
- в примечании акта напротив каждого документа делают отметку «оригинал» или «копия».

## *2. Этап документального обследования*

Предприятие представляет информацию за базовый год (последний отчетный календарный год на момент проведения энергетического обследования), а именно:

- отчетную документацию по коммерческому и техническому учету потребляемых энергоресурсов;

- отчетную документацию по ремонтным, наладочным, испытательным и энергосберегающим мероприятиям;
- бухгалтерские расчеты за потребление всех видов ТЭР;
- сведения о структуре и составе предприятия, объемах производства продукции по основным технологическим процессам, годовом потреблении всех видов энергоносителей;
- сведения о потреблении электроэнергии, содержащие информацию о трансформаторных подстанциях, установленной мощности электроприемников (электрогенераторов) с краткой характеристикой оборудования в режимах потребления (генерации) электроэнергии, а также годовой баланс потребления электроэнергии;
- сведения о потреблении (производстве) тепловой энергии, содержащие информацию о составе и режимах работы котельных агрегатов, сведения о технологическом оборудовании, использующем тепловую энергию, расчетно-нормативном потреблении теплоэнергии, а также годовой баланс потребления тепловой энергии;
- информацию о топливоиспользующих агрегатах;
- сведения о потреблении природного газа и моторных топлив на собственные нужды основного и вспомогательных производств, технологических потерях по основным технологическим процессам, о потреблении моторных топлив транспортными средствами, а также годовой баланс потребления природного газа на собственные нужды и годовой баланс потребления моторных топлив;
- данные об использовании вторичных энергоресурсов, альтернативных топлив и возобновляемых источников энергии;
- сведения о показателях энергоэффективности по основным технологическим процессам, содержащие информацию об удельных расходах каждого вида ТЭР на производимую продукцию;
- планы, программы энергосбережения, технико-экономические обоснования и проектную документацию по технологическому или организационному совершенствованию и энергосберегающим мероприятиям.

Организация, проводящая энергетическое обследование, изучает представленную информацию.

### *3. Этап метрологического обследования*

Метрологическое (или инструментальное) обследование всех потребителей тепловой и электрической энергии проводится для дополнения статистической, документальной и технической информации, недостающей для оценки эффективности энергоиспользования, или при возникновении сомнения в достоверности при обзоре информации. На этапе метрологического обследования:

- определяются объем и регламент необходимого метрологического обследования;
- разрабатывается и согласовывается схема измерений, устанавливаются необходимые режимы работы оборудования, если это не нарушает условия безопасной эксплуатации;
- разрабатывается методика обработки результатов метрологического обследования с учетом определения погрешностей;
- производится обработка результатов измерений;
- результаты измерений оформляются в виде, необходимом для дальнейшей обработки.

Предприятие:

- обеспечивает допуск персонала исполнителя на объекты обследования и утверждает схему измерений при обследовании энергетического оборудования;
- обеспечивает условия проведения метрологического обследования и устанавливает соответствующие режимы работы оборудования, если это не противоречит правилам безопасной эксплуатации.

Исполнитель определяет объекты метрологического обследования потребителей ТЭР, разрабатывает схему измерений, проводит энергетическое обследование, составляет протоколы проведения обследования и осуществляет обработку результатов измерений.

### *4. Аналитический обзор и оценка энергоэффективности по всем видам энергетической деятельности предприятия*

После метрологического обследования проводится обработка полученной или собранной информации, а также аналитический обзор по всем видам энергетической деятельности предприятия.

Проводится также оценка энергоэффективности теплотехнического, теплоэнергетического и теплотехнологического оборудо-

вания, теплогенерирующих установок, систем отопления и вентиляции, горячего водоснабжения, пароснабжения, сбора и возврата конденсата, холодоснабжения, электроснабжения, использования вторичных энергоресурсов. Кроме того, разрабатываются основные рекомендации и мероприятия по энергосбережению, учету топлива, воды, электрической и тепловой энергии.

Весь этот этап включает:

- расчет фактических показателей эффективности потребления топлива и всех видов энергоносителей;
- сравнение фактических и нормативных показателей энергоэффективности в сопоставимых условиях;
- выявление причин несоответствия фактических показателей нормативным значениям и определение потенциала энергосбережения по каждому показателю отдельно;
- обобщение результатов анализа использования ТЭР по группам оборудования, технологическим процессам, видам топлива и энергоносителей;
- исследование и составление энергетического баланса предприятия;
- разработку организационно-технических мероприятий по повышению эффективности использования ТЭР и определения работ, необходимых для реализации энергосберегающих мероприятий;
- анализ разработанных мероприятий по выполнению нормативных документов, действующих в части надежности, безопасности, охраны труда, охраны окружающей среды, качества топлива и энергии;
- расчет экономии топлива и всех видов энергоносителей;
- количественную оценку других факторов, влияющих на экономическую эффективность мероприятия (уровень надежности, численность эксплуатационного персонала и т. д.);
- определение затрат и возможных сроков по реализации мероприятий;
- расчет экономической эффективности от реализации мероприятий по энергосбережению и срока окупаемости инвестиций.

Предприятие представляет необходимую информацию о нормативах расходования топливно-энергетических ресурсов по техноло-

гическим процессам и энергооборудованию, согласует перечень мероприятий по повышению эффективности использования ТЭР.

Организация-исполнитель:

- выполняет расчет фактических показателей энергоэффективности, выявляет причины их несоответствия и разрабатывает мероприятия, направленные на повышение эффективности использования ТЭР по каждому показателю;
- проводит анализ собранной информации и результатов обработки метрологического и термографического обследования;
- проводит сравнение фактических и нормативных значений показателей эффективности использования ТЭР;
- выявляет причины несоответствия фактических и нормативных значений показателей эффективности энергоиспользования;
- обобщает результаты анализа использования ТЭР по группам оборудования, технологическим процессам, видам топлива и энергоносителей;
- составляет топливно-энергетический баланс и энергетический паспорт (или вносит корректировки в существующий энергетический паспорт);
- разрабатывает организационно-технические мероприятия по повышению эффективности использования ТЭР, определяет перечень работ, необходимых для реализации конкретных энергосберегающих мероприятий;
- проводит анализ разработанных мероприятий по выполнению нормативных документов по надежности, безопасности, охране труда и окружающей среды, качеству топлива и энергии;
- осуществляет оценку экономии топлива и всех видов ТЭР, достигаемой при реализации предложенных мероприятий, проводит количественную оценку других факторов, влияющих на экономическую эффективность мероприятий;
- проводит оценку стоимости предложенных энергосберегающих мероприятий, их ранжирование по эффективности.

##### *5. Этап согласований*

Этап согласований в основном включает:

- согласование формы и содержания топливно-энергетического баланса и энергетического паспорта;

- анализ предложенных мероприятий по повышению эффективности использования ТЭР и ранжирование их (мало-, средне- и высокозатратные) с указанием расчетного энергетического и экономического эффекта;
- согласование отчетной документации;
- оформление отчетной документации и ее сдачу в установленном договором порядке.

## 7. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

---

### 7.1. Биотопливо

Неотложность перехода на возобновляемые виды топлива обусловлена тремя факторами: изменение климата, увеличение спроса на энергию, неуверенность доступа к истощимым ресурсам. В отличие от нефтяных, угольных и газовых ископаемых, применение топлив, производимых из возобновляемого сырья (в большинстве случаев – биомассы), не ведет к увеличению содержания углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) в атмосфере. Образующаяся при горении биомассы двуокись углерода количественно точно соответствует двуокиси углерода, которую растение, являющееся основой топлива, адсорбировало в процессе своего роста. Сохранение баланса, при котором объем выращенных растений будет равен сбору урожая, позволит поддерживать содержание  $\text{CO}_2$  в атмосфере на одном уровне. Наиболее подходящим сырьем для получения биодизельного топлива являются рапсовое и подсолнечное масло.

Биодизельное топливо является смесью синтетических углеводов, полученных газификацией биомассы. В качестве биомассы могут быть использованы пшеница, сахарная свекла, солома, древесные или органические отходы.

Диметилловый эфир (ДМЭ) представляет собой газ, используемый в жидком состоянии при низком давлении. ДМЭ получают газификацией биомассы.

Газификация – это процесс, при котором органический материал превращается в синтетический газ, представляющий собой смесь газообразного водорода с монооксидом углерода. Биогаз служит основой для образования различных компонентов альтернативного топлива.

Метанол получают газификацией биомассы, а этанол – ферментацией сельскохозяйственных культур с высоким содержанием сахара и крахмала. Ферментация – это биологический процесс, в котором материал, содержащий сахар, разлагается на этанол и двуокись углерода. В настоящее время ведутся исследования по

производству этанола из целлюлозы. Первичное разложение этого сырья осуществляется с помощью ферментов и кислот.

Биогаз — это топливо в газообразной форме, которое в основном состоит из гидрокарбонизированного метана.

Биогаз в соединении с биодизельным топливом тоже является альтернативным видом топлива. Газообразный водород в соединении с биогазом — еще один вид альтернативного топлива, при сгорании которого не выделяется  $\text{CO}_2$ . Газообразный водород производится газификацией биомассы или электролизом воды с помощью возобновляемой электроэнергии. Вещество можно смешивать в разной концентрации с биогазом.

## 7.2. Ветроэнергетика

На сегодняшний день нередки высказывания: «Зачем мне ветроэлектрическая установка (ВЭС) — возьму бензиновую или дизельную электростанцию и решу все проблемы».

Но так ли это на самом деле?

Во-первых, источники электроэнергии на базе двигателей внутреннего сгорания, например бензиновая электростанция (БЭС), не идут ни в какое сравнение с ВЭС в плане экологии. Отработанное масло, фильтры требуют утилизации. О выхлопных газах говорить не стоит — и так все ясно.

Во-вторых, первичным источником для БЭС является бензин, который необходимо подвозить, хранить и доливать. То же самое касается и масла, фильтров, не говоря уже о том, что за все это необходимо платить. У ВЭС первичный источник — ветер, который нет нужды хранить, транспортировать и тем более за него платить.

В-третьих, электропитание, по большому счету, необходимо для улучшения комфортности существования. Каким образом шум от БЭС может их улучшить?

Острую нехватку энергии испытывают фермеры, садоводы, вахтовики, геологи, животноводы. Да и в относительно благополучных с точки зрения энергоснабжения районах все обстоит далеко не лучшим образом. Отключения электричества из-за природных катаклизмов, кризиса неплатежей и просто краж проводов становятся,

увы, привычным явлением. Если к тому же вспомнить о том, что, по данным МЧС, 80% высоковольтных линий электропередачи в стране предельно изношены, ситуация представится совсем невеселой.

Около 30% фермерских хозяйств и 20% садово-огородных участков в России вообще не подключены к электрическим сетям. Строительство новых линий электропередач для снабжения отдаленных изолированных потребителей ведется крайне медленно из-за хронической нехватки средств, а дизельные генераторы часто функционируют неэффективно, да к тому же они требуют регулярного и квалифицированного обслуживания, моторное топливо стоит все дороже, его доставка недостаточно надежна и экономична.

По сравнению с Европой и США ветроустановок в нашей стране выпускается намного меньше. Возможно, здесь сказывается недостаточная информированность потенциальных потребителей или относительная дешевизна жидкого топлива, однако изготовители ветровых генераторов в стране есть, и их продукция по качеству не уступает зарубежной.

Одно из возможных решений проблемы – энергообеспечение сельского хозяйства или частных владений за счет применения ветроэнергетических установок. Такие установки могут стать альтернативой традиционным способам энергоснабжения указанных объектов.

### **7.3. Водородная энергетика**

Водородная энергетика – это экономичное и экологичное направление выработки и потребления энергии человечеством, основанное на использовании водорода в качестве средства для аккумуляирования, транспортировки и потребления энергии людьми, транспортной инфраструктурой и различными производственными направлениями. Водород выбран как наиболее распространенный элемент на поверхности земли и в космосе, теплота сгорания водорода наиболее высока, а продуктом сгорания в кислороде является вода (которая вновь вводится в кругооборот водородной энергетике).

Водород в настоящее время в основном применяется в технологических процессах производства бензина и аммиака. США ежегодно производят около 11 миллионов тонн водорода, что до-

статочно для годового потребления примерно 35–40 миллионов автомобилей.

Департамент энергетики США (DoE) прогнозирует, что стоимость водорода сравняется со стоимостью бензина к 2015 году.

К концу 2010 года во всём мире функционировало около 150 водородных автомобильных заправочных станций. Из общего количества заправочных станций, построенных в начале XXI века, всего 8% работают с жидким водородом, остальные с газообразным.

Отсутствие водородной инфраструктуры является одним из основных препятствий развития водородного транспорта.

#### 7.4. Геотермальная энергетика

Тепловой насос (рис. 2) состоит из следующих элементов:

- 1) теплообменник передачи тепла земли внутреннему контуру;
- 2) компрессор;
- 3) теплообменник передачи тепла внутреннего контура системе отопления;
- 4) дроссельное устройство для понижения давления;
- 5) рассольный контур и земляной зонд;
- 6) контур отопления и ГВС.

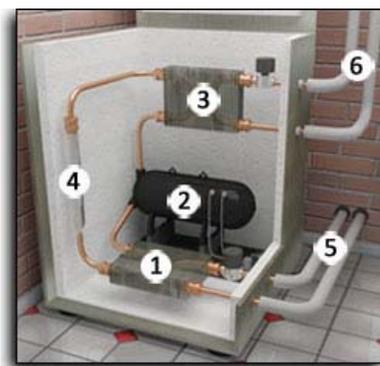


Рис. 2. Внешний вид теплового насоса

Первичный контур – полиэтиленовая труба U-образной формы, погруженная в скважину (рис. 3). По трубе циркулирует незамерзающая жидкость. В результате циркуляции ко второму контуру

теплового насоса поступает жидкость с температурой  $+8^{\circ}\text{C}$  (температура земли).

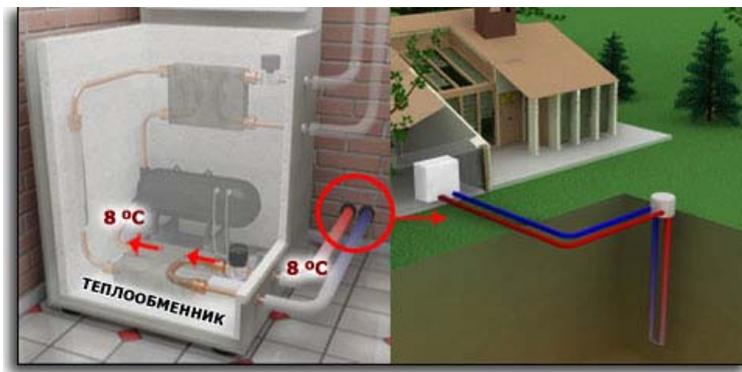


Рис. 3. Первичный контур теплового насоса

Жидкость передает свою температуру ( $+8^{\circ}\text{C}$ ) вторичному контуру (рис. 4). Во втором контуре циркулирует фреон. (Отличительная особенность фреона состоит в том, что при температуре выше  $3^{\circ}\text{C}$  он из жидкого состояния переходит в газообразное.) Жидкий фреон, получая от первичного контура температуру  $+8^{\circ}\text{C}$ , переходит в газообразное состояние. Далее газообразный фреон поступает в компрессор, где газ сжимается с 4 до 26 атмосфер. При таком сжатии он нагревается с  $+8^{\circ}\text{C}$  до  $+75^{\circ}\text{C}$ .



Рис. 4. Вторичный контур теплового насоса

Это самый важный этап работы теплового насоса. Именно на этом этапе происходит преобразование энергии большого объема газа с температурой  $+8^{\circ}\text{C}$  в малый объем газа с температурой  $+75^{\circ}\text{C}$ . При этом общая энергия газа до и после компрессора остается неизменной.

Энергия газа (фреон), разогретого до  $+75^{\circ}\text{C}$ , передается в третий контур – систему отопления и горячего водоснабжения дома (рис. 5). В процессе передачи энергии газа третьему контуру после потерь ( $10\text{--}15^{\circ}\text{C}$ ) отопительный контур нагревается до температуры  $60\text{--}65^{\circ}\text{C}$ .



Рис. 5. Контур отопления и горячего водоснабжения теплового насоса

Газ (фреон), отдав свою энергию отопительному контуру, остывает до  $30\text{--}40^{\circ}\text{C}$  (рис. 6). При этом он по-прежнему находится под давлением в 26 атмосфер. Затем происходит снижение давления до 4 атмосфер (так называемый эффект дросселирования). В результате падения давления происходит значительное охлаждение газа (эффект, обратный повышению температуры при увеличении давления). Он охлаждается до  $0\text{--}3^{\circ}\text{C}$  и становится жидкостью. Температура фреона  $0\text{--}3^{\circ}\text{C}$  передается теплоносителю первичного контура, который уносит ее вглубь земли. Проходя по скважине, теплоноситель нагревается и выходит на поверхность земли с температурой  $+8^{\circ}\text{C}$ , которая опять подается на второй контур.

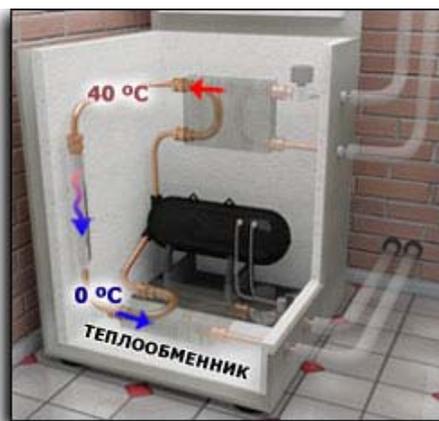


Рис. 6. Схема охлаждения теплоносителя в тепловом насосе

В это время происходит процесс завершения цикла во втором контуре (рис. 7). Жидкий фреон с температурой  $0-3^{\circ}\text{C}$  опять соприкасается с первичным контуром, приносящим из земли  $+8^{\circ}\text{C}$ . Процесс повторяется.

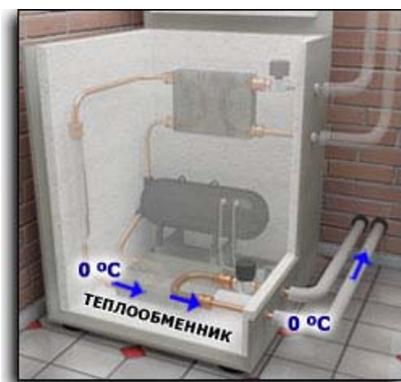


Рис. 7. Схема возврата теплоносителя в исходное состояние

## 7.5. Гидроэнергетика

Гидроэнергетика – это использование энергии естественного движения, т. е. течения, водных масс в русловых водотоках и приливных движениях. Чаще всего используется энергия падающей

воды. До середины XIX века для этого применялись водяные колеса, преобразующие энергию движущейся воды в механическую энергию вращающегося вала. Позднее появились более быстроходные и эффективные гидравлические турбины. До конца XIX века энергия вращающегося вала использовалась непосредственно, например для размола зерна или для приведения в действие кузнечных мехов и молота. В наши дни практически вся механическая энергия, создаваемая гидравлическими турбинами, преобразуется в электроэнергию.

Почти вся гидравлическая энергия представляет собой одну из форм солнечной энергии и поэтому относится к возобновляемым природным энергоресурсам. Под лучами солнца испаряется вода из озер, рек и морей. Образуются облака, идет дождь, и вода в конце концов возвращается в водные бассейны, т. е. туда, откуда испарилась. С таким круговоротом воды в природе связаны колоссальные количества энергии. Географическая область умеренного климата высотой над уровнем моря около 2500 м и количеством осадков порядка 1000 мм/год теоретически могла бы непрерывно давать более 750 кВт с каждого квадратного километра площади. На самом деле можно использовать лишь малую долю всего количества осадков и лишь ничтожную долю высоты, с которой они стекают. Кроме того, обычно КПД современных гидротурбин и генераторов не превышает 86%.

Уровень развития гидроэнергетики в разных странах и на разных континентах неодинаков. Больше всего гидроэлектроэнергии производят США, за ними идут Россия, Украина, Канада, Япония, Бразилия, КНР и Норвегия.

Неосвоенные гидроэнергетические ресурсы Африки, Азии и Южной Америки открывают широкие возможности строительства новых ГЭС. На Северную Америку, в распоряжении которой находится всего около 13% мировых ресурсов гидроэнергетики, приходится около 35% полной мощности действующих ГЭС. В то же время Африка (21% мировых гидроэнергетических ресурсов) и Азия (39%) вносят лишь 5 и 18% соответственно в мировую выработку гидроэлектроэнергии. Из остальных континентов Европа (21% ресурсов) дает 31% выработки, а Южная Америка и Австралия, вместе

взятые, располагая примерно 15% ресурсов, дают только 11% производимой в мире гидроэлектроэнергии.

Вода, вращающая гидравлические турбины, обычно берется из искусственных водохранилищ, созданных путем перекрытия реки плотиной. Плотина повышает напор воды, поступающей на турбины, и тем самым увеличивает мощность электростанции. Расход воды из водохранилища через турбины можно регулировать. Водохранилище, кроме того, служит отстойником для песка, ила и мусора, приносимых естественными водотоками. Построив плотину с водохранилищем, можно предотвратить паводковые затопления, а также создать надежный запас воды для водоснабжения населения и промышленности.

В энергетические системы, как правило, входят не только ГЭС. Если в системе имеются и тепловые электростанции (ТЭС), то ГЭС может работать по своему графику нагрузки, отличному от общего. От нее требуется, чтобы она приносила наибольшую пользу всей системе. Для этого ГЭС может, например, работать на максимальной возможной мощности при имеющемся запасе воды, чтобы экономилось топливо, или же работать только в часы пиковой нагрузки системы, чтобы снизить требуемую мощность ТЭС и, следовательно, необходимые инвестиции на их сооружение и эксплуатацию.

Для создания экономичной приливной электростанции (ПЭС) необходимо сочетание необычайно большого перепада уровней при приливе и отливе (6 м и более) с особенностями береговой линии, позволяющими создать плотину и водный бассейн соответствующих размеров. На Земле не так много мест, где выполняются эти условия: побережья штата Мэн (США) и провинции Нью-Брансуик (Канада), некоторые заливы Желтого моря, Персидский залив, Аляска, некоторые места Аргентины, юг Англии, север Франции, север европейской России и ряд заливов Австралии. Но даже в таких подходящих местах, как залив Пассамакуодди на границе штата Мэн и провинции Нью-Брансуик, ПЭС в настоящее время вряд ли могли бы по стоимости вырабатываемой электроэнергии конкурировать с современными ТЭС.

В проектах ПЭС обычно предусматривается создание двух бассейнов — верхового и низового — с водопропускными отверстиями

и затворами. Верховой бассейн наполняется во время прилива, а затем опорожняется в низовой, опорожнившийся при отливе.

## 7.6. Солнечная энергия

*Солнечная батарея* характеризуется как источник электрического тока посредством фотоэлектрических преобразователей. Преимущество солнечных батарей обусловлено отсутствием подвижных частей, их высокой надежностью и стабильностью. При этом срок службы практически не ограничен. Недостатком является относительно высокая стоимость и низкий КПД. Модульный тип конструкции позволяет создавать установки с различными уровнями напряжения и практически любой мощности. Как правило, солнечные фотопанели работают совместно с аккумуляторными батареями и поэтому их ступени напряжения должны совпадать – 12, 24, 36 В и т. д. Выходная мощность солнечной батареи примерно пропорциональна интенсивности солнечного потока.

Энергию солнца можно использовать для разных целей. Одна из них – это выработка электрической энергии. При использовании солнечных батарей энергия солнца напрямую преобразуется в электрическую. Этот процесс называется «фотоэлектрический эффект». Солнечное электричество имеет много преимуществ. Это чистый, тихий и надежный источник энергии. Впервые фотоэлектрические батареи были использованы в космосе на спутниках. Сегодня солнечное электричество находит широкое применение. В удаленных районах, где нет централизованного электроснабжения, солнечные батареи используются для электроснабжения отдельных домов, для подъема воды и охлаждения лекарств. Эти системы зачастую используют аккумуляторные батареи для хранения выработанной днем электроэнергии. Кроме того, калькуляторы, телекоммуникационные системы, буи и т. д. работают от солнечного электричества.

Другая область применения – это электроснабжение домов, офисов и других зданий или генерация электричества для сетей централизованного электроснабжения.

Солнечные фотоэлектрические установки могут быть следующих основных типов.

Автономные – в случае если нет подключения к сети. Солнечные модули генерируют электричество для целей освещения, питания телевизора, радио, насоса, холодильника или ручного инструмента. Обычно для хранения энергии используются аккумуляторные батареи.

Соединенные с сетью – если объект подключен к сети централизованного электроснабжения, солнечные батареи могут использоваться для генерации собственного электричества. Избыток электрической энергии обычно продается электросетям.

Резервные системы – фотоэлектрические системы подключаются к сетям плохого качества. В случае отключения сети или недостаточного качества сетевого напряжения для покрытия нагрузки используется солнечная система.

## **7.7. Когенерация**

Обычный (традиционный) способ получения электричества и тепла заключается в их раздельной генерации (электростанция и котельная). При этом значительная часть энергии первичного топлива не используется. Можно значительно уменьшить общее потребление топлива путем применения когенерации (совместного производства электроэнергии и тепла).

Когенерация есть термодинамическое производство двух или более форм полезной энергии из единственного первичного источника энергии.

Две наиболее используемые формы энергии – механическая и тепловая. Механическая энергия обычно используется для вращения электрогенератора. Вот почему именно следующее определение часто встречается в литературе (несмотря на свою ограниченность).

Когенерация есть комбинированное производство электрической (или механической) и тепловой энергии из одного и того же первичного источника энергии.

Произведенная механическая энергия также может использоваться для поддержания работы вспомогательного оборудования, такого как компрессоры и насосы. Тепловая энергия может использоваться как для отопления, так и для охлаждения. Холод произво-

дится абсорбционным модулем, который может функционировать благодаря горячей воде, пару или горячим газам.

При эксплуатации традиционных (паровых) электростанций, в связи с технологическими особенностями процесса генерации энергии, большое количество выработанного тепла сбрасывается в атмосферу через конденсаторы пара, градирни и т. п. Большая часть этого тепла может быть утилизирована и использована для удовлетворения тепловых потребностей, это повышает эффективность электростанции с системой когенерации с 30–50% до 80–90%.

Исследования, разработки и проекты, реализованные в течение последних 25 лет, привели к существенному усовершенствованию технологии, которая теперь действительно является зрелой и надежной. Уровень распространения когенерации в мире позволяет утверждать, что это наиболее эффективная (из существующих) технология энергообеспечения для огромной части потенциальных потребителей.

### ***Преимущества технологии***

Технология когенерации действительно одна из ведущих в мире. Что интересно, она прекрасно сочетает такие положительные характеристики, которые недавно считались практически несовместимыми. Наиболее важными чертами следует признать эффективность использования топлива, удовлетворительные экологические параметры, а также автономность систем когенерации.

Технология когенерации – это не просто «комбинированное производство электрической (или механической) и тепловой энергии», – это уникальная концепция, сочетающая преимущества когенерации, распределенной энергетики и оптимизации энергопотребления.

Следует заметить, что качественная реализация проекта требует наличия специфических знаний и опыта, иначе значительная часть преимуществ наверняка будет потеряна. К сожалению, в России очень мало компаний, которые действительно обладают необходимой информацией и могут грамотно реализовать подобные проекты.

## 8. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

---

Под загрязнением окружающей среды понимают нежелательные изменения физических, физико-химических и биологических характеристик воздуха, почв, вод, которые могут неблагоприятно влиять на жизнь человека, необходимых ему растений, животных и культурное достояние, истощать или портить его сырьевые ресурсы.

Основные источники загрязнений антропогенного происхождения – тепловые электростанции (27%), предприятия черной (24%) и цветной (10,5%) металлургии, нефтехимической промышленности (15,5%), строительных материалов (8,1%), химической промышленности (1,3%), автотранспорта (13,3%).

В атмосферу Земли за год выбрасывается, млн т: оксида углерода – 200, диоксида углерода – более 20, диоксида серы – 200, оксидов азота – 53, пыли – более 250, золы – 120, углеводородов – более 50, фреонов – 1, свинца – 0,4 и т. д.

При сжигании топлива в атмосферу попадают диоксид и оксид углерода, оксиды азота и серы, сажа, пыль, а также канцерогенные циклические углеводороды (бензантрацен, холантрен и др.) при неполном сгорании топлива. Эти углеводороды содержатся и в саже, гудроне, которые выбрасываются дизельными двигателями. Более 58% выбросов диоксида серы образуется при функционировании тепловых электростанций.

Способы снижения выбросов  $\text{CO}_2$  с использованием существующих технологий

Наиболее эффективным способом снижения выбросов диоксида углерода в атмосферу является совершенствование способов производства, передачи и утилизации энергии. Ежегодные выбросы парниковых газов составляют около 44 млрд. тонн эквивалента  $\text{CO}_2$ , тогда как внедрение передовых технологий позволяет добиться сокращения этого количества на 26 миллиардов. Так, теплоэлектростанции с комбинированными паро- и газотурбинными установками имеют КПД до 60% (для сравнения – у традиционных ТЭЦ этот показатель равен 46%) и характеризуются более высокой эффективностью работы и, соответственно, меньшим количест-

вом вредных выбросов. Для снижения эмиссии парниковых газов важным представляется также развитие технологий улавливания и хранения диоксида углерода, что позволяет сократить количество выбросов на 80% – например, при хранении выделяющегося  $\text{CO}_2$  в естественных резервуарах (нефтяных и газовых месторождениях) и его последующей утилизации.

Свой вклад в снижение содержания диоксида углерода в воздухе могут внести улучшенные технологии строительства: повышенная теплоизоляция, современные системы отопления и кондиционирования воздуха способны предотвратить выброс в атмосферу приблизительно 2 миллиардов тонн эквивалента  $\text{CO}_2$ , а использование энергосберегающих ламп и светодиодных светильников на 80% экономичнее по сравнению с обычными источниками освещения.

## Библиографический список

1. Данилов, Н.И. Энергосбережение – от слов к делу / Н.И. Данилов. – 2-е изд. – Екатеринбург : Энерго-Пресс, 2001. – 232 с.
2. Данилов, О.Л. Основы энергоаудита : учеб. пособие / О.Л. Данилов ; под ред. А.Б. Гаряева. – М. : Изд-во МЭИ, 2003. – 48 с.
3. Лезнов, Б.С. Энергосбережение и регулируемый привод в насосных и воздухоудных установках / Б.С. Лезнов. – М. : Энергоатомиздат, 2006. – 360 с.
4. Мелентьев, Л.А. Оптимизация развития и управления больших систем энергетики / Л.А. Мелентьев. – М. : Машиностроение, 1975. – 283 с.
5. Методика проведения инструментальных обследований при энергоаудите. – Н. Новгород : НИЦЭ, 1998. – 80 с.
6. Методика проведения энергетических обследований (энергоаудита) бюджетных учреждений. РД.34.01-00. – 2-е изд. – Н. Новгород : НГТУ, НИЦЭ, 2003.
7. Основы современной энергетики / А.П. Бурман [и др.]. – М. : МЭИ, 2002. – 193 с.
8. Справочная книга по светотехнике / под ред. Ю.Б. Айзенберга. – 2-е изд., переработ. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1995. – 528 с.
9. Теория и практика энергосбережения в образовательных учреждениях : справочно-метод. пособие // Проект «Экономически эффективные энергосберегающие мероприятия в российском образовательном секторе». – Н. Новгород : НГТУ : НИЦЭ, 2006. – 188 с.
10. Ушаков, В.Г. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии / В.Г. Ушаков. – Новочеркасск : НГТУ, 1994. – 120 с.
11. Фокин, В.М. Основы энергосбережения и энергоаудита / В.М. Фокин. – М. : Машиностроение, 2006. – 256 с.

## Содержание

Введение.....	3
1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭНЕРГЕТИКИ.....	7
1.1. Термины, определения, общие понятия.....	7
1.2. Энергетическое хозяйство промышленного развития стран.....	15
1.3. Ресурсная обеспеченность мировой энергетики и перспективы ее развития.....	17
1.4. Современное состояние энергетики России.....	17
1.5. Энергетическая стратегия России.....	19
2. ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ .....	27
2.1. Энергосбережение. Основные понятия и определения....	27
2.2. Основные направления энергосбережения .....	29
2.3. Стандартизация, метрология, сертификация в области энергосбережения .....	32
3. ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОЛИТИКА ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ .....	37
3.1. Основные направления энергосберегающей политики ...	37
3.2. Законодательство Российской Федерации в области энергосбережения.....	44
3.3. Федеральная целевая программа «Энергосбережение России». Этапы ее реализации.....	48
4. МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В ОБЛАСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ .....	53
5. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ И ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ...	60
5.1. Основные направления энергосбережения .....	60
5.2. Экономия электроэнергии в электрических сетях .....	64
5.3. Экономия электроэнергии в трансформаторах.....	65
5.4. Экономия электроэнергии в электродвигателях.....	66

5.5. Экономия электроэнергии в насосных и воздуходувных установках с помощью регулируемого электропривода .....	67
5.6. Экономия электроэнергии в системах освещения.....	68
5.7. Экономия электроэнергии в электротехнологических установках .....	70
<b>6. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ</b> <b>ЭНЕРГОПОТРЕБЛЯЮЩИХ ОБЪЕКТОВ .....</b>	<b>71</b>
6.1. Основные положения энергетических обследований.....	71
6.2. Организация энергетического обследования.....	73
6.3. Порядок проведения энергетического обследования.....	75
<b>7. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ</b> <b>ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ .....</b>	<b>82</b>
7.1. Биотопливо.....	82
7.2. Ветроэнергетика.....	83
7.3. Водородная энергетика.....	84
7.4. Геотермальная энергетика.....	85
7.5. Гидроэнергетика.....	88
7.6. Солнечная энергия.....	91
7.7. Когенерация.....	92
<b>8. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ</b> <b>ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ.....</b>	<b>94</b>
Библиографический список .....	96

Учебное издание

*Шаповалов Сергей Владимирович*  
*Самолина Ольга Владимировна*  
*Шаповалова Нэлла Александровна*

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ  
И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Учебное пособие

Технический редактор *З.М. Малявина*  
Корректор *Г.В. Данилова*  
Вёрстка: *Л.В. Сызганцева*  
Дизайн обложки: *Г.В. Карасева*

Подписано в печать 02.03.2012. Формат 60×84/16.

Печать оперативная. Усл. п. л. 5,75.

Тираж 50 экз. Заказ № 1-30-11.

Издательство Тольяттинского государственного университета  
445667, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14