

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени А.А. ЕЖЕВСКОГО**

**Энергетический факультет  
Кафедра энергообеспечения и теплотехники**

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ И  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ**

Учебно-методическое пособие  
для студентов высших учебных заведений,  
обучающихся по направлению подготовки  
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

**Молодежный 2021**

УДК 621.311:005(072)

Э 651

Печатается по решению методического совета энергетического факультета Иркутского ГАУ ( протокол № 5 от 19 января 2021 года)

Составитель: Алтухов И.В. – доктор технических наук, профессор кафедры энергообеспечения и теплотехники Иркутского государственного аграрного университета им. А. А. Ежевского

Рецензент: Иванов Д.А. – кандидат технических наук, доцент кафедры электроснабжения и электротехники Иркутского государственного аграрного университета им. А.А. Ежевского

Энергетическое обследование и энергетический менеджмент : учебно-методическое пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника / Иркут. гос. аграр. ун-т им. А. А. Ежевского ; сост.: И. В. Алтухов. – Молодежный : Изд-во ИрГАУ, 2021. – 30 с.

Учебно-методическое пособие предназначено для самостоятельного изучения дисциплины «Энергетическое обследование и энергетический менеджмент» содержат основные положения рабочей программы.

Для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

© Алтухов И.В., 2021  
© Иркутский ГАУ им. А. А. Ежевского, 2021

## ВВЕДЕНИЕ

Энергосбережение и повышение энергетической эффективности все больше оказываются в фокусе внимания, как государства, так и бизнеса, бюджетных организаций и простых граждан. Данные вопросы являются важными условиями развития российской экономики и ее перехода к модели экологически устойчивого энергоэффективного развития.

Все отрасли, для которых задача повышения энергоэффективности – в первую очередь вопрос обеспечения конкурентоспособности и контроля себестоимости продукции, начинают искать подходы направленные на снижение энергозатрат.

Образцом такого единого подхода является система энергетического менеджмента (СЭнМ), как ее трактует международный стандарт ISO 50001:2018. [1] При этом повышение эффективности можно рассматривать в различных аспектах. Это либо достижение тех же производственных результатов при меньших затратах топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), либо достижение больших результатов при сохраняющихся затратах ТЭР.

Цели организации менеджмента – комплексный подход к системе энергетического обследования и постоянный контроль эффективности использования различных топливно-энергетических ресурсов. Выделение энергетического менеджмента в отдельную категорию необходимо для выстраивания системы управления энергопотреблением.

Целью системы менеджмента становится непрерывный контроль энергопотребления, позволяющий сохранить существующие преимущества предприятия, и обеспечить ему достойное место в будущем, на меняющихся рынках при изменении условиях внешней среды.

## **1 Цели и задачи освоения дисциплины**

Цель изучения дисциплины – научиться порядку проведения энергетического обследования и подготовка специалистов способных выполнять задачи энергетического менеджмента, решать задачи в области энергосбережения на сельскохозяйственных, промышленных и жилищно-коммунальных объектах; изучение закона об энергосбережении, принципах, понятиях, терминологии, содержании, специфических особенностях организации и управлении энергетического обследования на различных предприятиях.

Задачи дисциплины – умение составлять энергетический паспорт предприятия, способность оценки энергетической эффективности оборудования, умение обследовать технологические установки, разрабатывать энергосберегающие мероприятия и выбирать энергосберегающего оборудования.

В результате изучения дисциплины, обучающиеся должны знать:

- порядок проведения энергетического обследования;
- методику оценки эффективности работы;
- нормативную базу в области энергосбережения, методы и критерии оценки эффективности использования энергии.

Обучающиеся должны знать методику и иметь навыки проведения энергетического обследования, знать действующую систему управления энергопотреблением, которая позволяет значительно оптимизировать объемы энергозатрат, прогнозировать и контролировать процессы выработки, транспортировки и использования необходимого количества энергоресурсов для обеспечения хозяйственной деятельности объектов.

Результатом освоения дисциплины «Энергетическое обследование и энергетический менеджмент» является овладение студентами по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника следующих видов профессиональной деятельности:

- расчётно-проектная и проектно-конструкторская деятельность;
- производственно-технологическая деятельность;
- в том числе компетенциями заданными ФГОС ВО.

## 2 Основные термины и определения

**Топливо-энергетические ресурсы** (далее - ТЭР) - Совокупность всех природных и преобразованных видов топлива и энергии, используемых в хозяйственной деятельности (в том числе и воды как энергоресурса в системе ЖКХ).

**Энергосбережение** - Реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное использование топливо-энергетических ресурсов и на вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии.

**Потенциал энергосбережения** - Количество ТЭР, которое можно сберечь в результате реализации технически возможных и экономически оправданных мер, направленных на эффективное их использование и вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии при условии сохранения или снижения техногенного воздействия на окружающую и природную среды.

**Возобновляемые источники энергии** - Источники энергии, постоянно возобновляемые естественным путём за счет физико-химических процессов природного происхождения.

**Вторичный энергетический ресурс (ВЭР)** - Энергетический ресурс, получаемый в виде побочного продукта основного производства или являющийся таким продуктом. Наиболее часто используются ВЭР в виде тепла, газа, водяного пара, сбросных вод и топлива (твердые отходы, жидкие сбросы и газообразные выбросы предприятий отраслей промышленности).

**Показатель энергетической эффективности (объекта)** - Количественная характеристика уровней рационального потребления и экономного расходования ТЭР при создании продукции, реализации процессов, проведении работ и оказании услуг, выраженная в виде абсолютного, удельного или относительного показателя их потребления (потерь).

**Характеристика энергоресурсопотребление** - физическая величина, отражающая количество и качество потребляемого объектом энергоресурса, которая используется для расчета показателей эффективности.

**Нормативный показатель энергетической эффективности (объекта ЖКХ, процесса)** - Установленная в нормативной документации на объект (процесс) количественная характеристика уровней рационального потребления и экономного расходования ТЭР при создании продукции,

реализации процессов, проведении работ и оказании услуг, выраженная в виде абсолютного, удельного или относительного показателя их потребления (потерь).

**Показатель энергосбережения** - Количественная характеристика намечаемых и (или) реализуемых мер по энергосбережению и их результатов.

**Нерациональное расходование энергетических ресурсов** - Расход топливно-энергетических ресурсов на энергетических и технических установках, в промышленном и коммунально-бытовом секторе, в том числе в жилых и общественных зданиях, на которых выявлены резервы для снижения потребления топливно-энергетических ресурсов.

**Расточительное расходование энергетических ресурсов** - Расход топливно-энергетических ресурсов с превышением строительных и технологических норм, несоблюдением действующих правил эксплуатации производственных и коммунально-бытовых объектов, в т. ч. при авариях, из-за бесхозяйственности и некомпетентности обслуживающего персонала.

**Непроизводительный расход ТЭР** - Расход ТЭР, обусловленный несоблюдением требований, установленных государственными стандартами, а также нарушением требований, установленных иными нормативными актами, нормативными и методическими документами.

**Рациональное использование ТЭР** - Достижение максимальной эффективности использования ТЭР в хозяйстве при существующем уровне развития техники и технологии с одновременным снижением техногенного воздействия на окружающую среду.

**Экономное расходование ТЭР** - Относительное сокращение расходования ТЭР, выражающееся в снижении их удельных расходов на производство единицы конкретной продукции, выполнение работ и оказание услуг установленного качества с учетом социальных, экологических и прочих ограничений.

**Сертификация (энергообъектов, энергоресурсов)** - Экспертная деятельность по инструментально-документальному выявлению и ответственному (гарантирующему адекватность) документированию степени соответствия свойств конкретного энергообъекта (энергоресурса) тем характеристикам (требованиям, информации), которые установлены в нормативном документе на объект, включая энергопаспорт, информационный лист или другой документ на поставку (эксплуатацию).

**Энергетическое обследование** - Обследование потребителей ТЭР с целью установления эффективности показателей энергоиспользования.

**Энергоресурсоаудит** - Обследование энергопотребляющих объектов и

процессов с разработкой соответствующих рекомендаций и мероприятий по энергосбережению.

**Норматив расхода энергии (топлива)** - Научно и технически обоснованная составляющая нормы расхода энергии (топлива), устанавливаемая в нормативной и регламентной документации на конкретное изделие, услугу и характеризующая предельные значения (как правило, меньшее) потребления энергии (топлива) по элементам производственного процесса на единицу выпускаемой продукции (услуги).

**Энергетический паспорт потребителя ТЭР** - Нормативный документ, содержащий показатели эффективности использования ТЭР, потребляемых в процессе хозяйственной деятельности любого объекта независимо от организационных форм и форм собственности, а также содержащий энергосберегающие мероприятия с учетом энергетического баланса.

**Сбор документальной информации** - сбор данных о потребителе ТЭР, производстве услуг, технологических параметрах, технико-экономических показателях, и других данных, необходимых для расчета показателей энергетической эффективности объекта.

**Инструментальное обследование** - измерение и регистрация характеристик режимов работы энергетических установок, энергопотребления при помощи стационарных или переносных измерительных и регистрационных приборов.

**Анализ информации** - определение показателей энергетической эффективности и резервов энергосбережения на основе собранной документальной информации и инструментальных данных обследования.

**Разработка рекомендаций и программ по энергосбережению** - определение организационных, технических и технологических предложений, направленных на повышение энергоэффективности объекта энергоресурсаудита, с обязательной оценкой экономической и технической возможностей их реализации, прогнозируемого технико-экономического эффекта.

**Энергетический менеджмент** – это совокупность организационных и технических мероприятий, направленных на повышение эффективности использования топливно-энергетических ресурсов

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

### **3 Энергетическое обследование, энергоаудит и энергетический менеджмент**

Главным элементом позволяющим провести в жизнь закон №261 –ФЗ от 11.11.2009, «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» является энергетическое обследование или энергоаудит [1,2].

Энергетические обследования проводятся в целях оценки эффективного использования энергетических ресурсов и снижения затрат потребителей на топливо и энергообеспечение.

Под энергетическим обследованием понимается обследование потребителей энергоресурсов с целью установления эффективности использования ими энергоресурсов и выработки экономически обоснованных мер по снижению затрат на энергообеспечение.

Понятие «энергоаудит» трактуется как добровольное или обязательное энергетическое обследование, проводимое по инициативе потребителя энергоресурсов в соответствии с действующим законодательством.

Результатом энергетического обследования является энергетический паспорт утверждённый приказом Минэнерго РФ №182 от 19.04.2010г. «Об утверждении требований к энергетическому паспорту, составленному по результатам обязательного энергетического обследования [1,2].

Энергоаудит, как технико-экономическое мероприятие ставит перед собой следующие производственные задачи:

- оценка фактического состояния энергоиспользования на предприятии, выявление причин возникновения и определение значений потерь топливно- энергетических ресурсов;
- разработка плана мероприятий, направленных на снижение потерь топливно-энергетических ресурсов;
- выявление и оценка резервов экономии топлива и энергии; - определение рациональных размеров энергопотребления в производственных процессах и установках;
- определение требований к организации по совершенствованию учета и контроля расхода энергоносителей;
- получение исходной информации для решения вопросов создания нового оборудования и совершенствования технологических процессов с целью снижения энергетических затрат на производство продукции или услуг, оптимизации структуры энергетического баланса предприятия путем выбора оптимальных направлений, способов и размеров использования

подведенных и вторичных энергоресурсов.

В настоящее время под термином «энергоаудит» понимается регулярное обследование и анализ энергетических потоков процесса или системы, направленное на получение достоверной картины энергопотребления исследуемой системы или процесса и определяющих факторов. Как правило, энергоаудит организуется с целью выявления возможностей для сокращения энергопотребления без негативного влияния на производительность или другие полезные функции[1,2].

Энергетические обследования потребителей энергетических ресурсов по срокам проведения подразделяются на:

*Первичные* – проводятся в отношении потребителей, ранее не проводивших энергетические обследования (энергоаудит) или перерыв в обследованиях которых составляет более 5 лет;

*Очередные* – проводятся не реже одного раза в 5 лет, и не чаще, чем один раз в 2 года в плановом порядке для сравнения текущих показателей энергоэффективности с показателями, определенными предыдущим обследованием, сертификации потребителя в системе добровольной сертификации, внесения изменений в энергетический паспорт и т.д.;

*Внеочередные* – проводятся при выявлении у потребителя роста объемов потребления энергетического ресурса, снижения эффективности его использования, роста себестоимости продукции и топливной составляющей в ней, выбросов в атмосферу и т.д., а также в случае обращения потребителя в органы государственной власти за предоставлением льгот, связанных с использованием энергетических ресурсов;

при проверке обоснованности заявленных технологических потерь и тарифов при утверждении, а также оценки их составляющих; при изменении вида используемого топлива – независимо от количества потребляемых энергетических ресурсов; при увеличении потребности в энергоресурсах более чем на 25% от установленной в результате плановых проверок;

*Предэксплуатационные* – проводятся перед началом или в начале эксплуатации оборудования потребителем энергоресурсов для определения первичных характеристик энергоэффективности и их соответствия паспортным, проектным и нормативным показателям для основного энергопотребляющего оборудования (более 5% от потребляемого вида энергии), генерирующего оборудования и оборудования в составе систем энергоснабжения при его замене, капитальном ремонте, изменении условий и режимов эксплуатации.

По объемам проводимых работ энергетические обследования (энергоаудит) потребителей энергоресурсов подразделяются на:

*Экспресс-обследования* (экспресс-аудит) – позволяют определить участки нерационального расходования энергетических ресурсов, потенциал энергосбережения предприятия, приоритетные направления по снижению финансовых затрат на энергоносители. Проводятся по сокращенной программе, как правило, с минимальным использованием или без использования приборного оборудования и носят ограниченный по объему и времени проведения характер. При этом может производиться оценка эффективности использования всех или одного из видов энергоресурсов (электрическая и тепловая энергии; твердое, жидкое или газообразное топливо), вторичных энергоресурсов, функционирования отдельной группы оборудования (отдельного агрегата), либо отдельных показателей энергоэффективности и т.д.

*Локальные инструментальные обследования* – обследования технологических процессов отдельных цехов, технологических установок, определенных энергопотоков. Проводятся с целью определения причин проблем на выбранном для обследования участке и выработки рекомендаций по их устранению, повышению эффективности энергопотребления. Полные инструментальные обследования – позволяют произвести анализ текущего потребления топливно-энергетических ресурсов и режимов работы оборудования, определить причины энергопотерь, составить энергетический паспорт и разработать аргументированную программу мероприятий по энергосбережению. Проводятся по всем видам энергетических ресурсов с инструментальными замерами, необходимый объем которых определяется энергоаудитором в соответствии с согласованной программой данного энергетического обследования.

*Комплексные обследование* – обследования, совмещающие в себе различные цели проведения данных работ и совмещающие различные виды аудита. На практике существует широкий круг возможных подходов и моделей к организации энергоаудита. Конкретный подход и модели могут выбираться в зависимости от текущего этапа внедрения менеджмента энергоэффективности и/или сложности ситуации [1,2,3]

*Основными целями энергоаудита являются:*

- выявление источников и причин нерациональных энергозатрат и неоправданных потерь энергии и воды;
- разработка на основе технико-экономического анализа рекомендаций по их ликвидации;
- предложение технико-экономически обоснованной программы по экономии энергоресурсов и рациональному энергопользованию, очередности реализации предлагаемых мероприятий с учетом объемов затрат и сроков

окупаемости при обеспечении требуемого уровня коммунальных услуг.

### **Полный энергоресурсоаудит:**

Сбор дополнительной, необходимой документальной информации по тарифам на закупаемые энергоресурсы, формированию себестоимости энергоресурсов на обследуемом объекте, режимам эксплуатации оборудования и систем распределения за базовый (предыдущий) и текущий год.

Проведение приборных обследований объектов и режимов эксплуатации в соответствии с согласованной программой энергоресурсоаудита. Конечная цель энергоресурсоаудита - это снижение расходов энергоресурсов и воды, а также финансовых затрат на их производство и потребление.

Оформление энергетического паспорта объектов производится по стандартной форме с использованием результатов проведения энергетического аудита. Паспорт и отчет согласовываются с руководством предприятия.

Определение потенциала экономии энергии и экономических преимуществ от внедрения различных предлагаемых мероприятий с технико-экономическим обоснованием окупаемости предполагаемых инвестиций по их внедрению.

Разработка конкретной программы по энергосбережению с выделением первоочередных, наиболее эффективных и быстро окупаемых мероприятий. Составление и представление руководству организации или предприятия-заказчика отчета с программой энергоресурсосбережения [1,2].

### **Мониторинг:**

Организация на предприятии системы постоянно действующего учета и анализа эффективности расхода энергоресурсов подразделениями и объекта в целом по объекту.

Продолжение деятельности, дополнительное более углубленное обследование наиболее перспективных в части энергосбережения систем, дополнение программы реализации мер по энергосбережению, изучение и анализ достигнутых результатов.

Решение о реализации программы энергоресурсосбережения принимается организацией-заказчиком.

**Энергетический менеджмент** - это совокупность организационных и технических мероприятий, направленных на повышение эффективности использования топливно-энергетических ресурсов.

Понятие энергетического менеджмента появилось сравнительно недавно в отечественной литературе. Энергоменеджмент, по сути,

представляет собой грамотное, гибкое, непрерывное и научно обоснованное управление энергетическими ресурсами производства, начиная с уровня цеха и заканчивая предприятием, концерном, отраслью.

**Основная задача энергетического менеджмента** - проведение комплексного анализа энергопотребления и его изменения в зависимости от проводимых энергосберегающих мероприятий, включая учет, контроль и, в конечном итоге, минимизацию потребления топливно-энергетических ресурсов [1].

Являясь частью общего менеджмента, энергетический менеджмент повторяет его иерархическую структуру. Так, различают энергетический менеджмент макроуровня и энергетический менеджмент микроуровня. **Энергетический менеджмент макроуровня** включает управление рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов на межгосударственном, внутригосударственном, областном, районном, городском, отраслевом уровнях.

**Энергетическому менеджменту микроуровня** соответствует управление на уровне предприятия, учреждения, фирмы, организации.

Каждому из вышеперечисленных уровней энергетического менеджмента соответствуют свои конкретные цели:

- целью межгосударственного энергетического менеджмента является сохранение и рациональное использование мировых запасов энергетических ресурсов, поиск новых источников и форм энергии, сохранение окружающей среды;

- цель внутригосударственного энергетического менеджмента - обеспечение энергетической независимости и безопасности, для стран СНГ - переход от энергозатратной к энергоэффективной экономике;

- цель областного, районного, городского энергетического менеджмента - добиться минимального потребления топливно-энергетических ресурсов при обеспечении качества функционирования хозяйства и комфортных условий жизни населения соответствующих регионов;

- цель отраслевого энергетического менеджмента - повысить производительность предприятий отрасли, не увеличивая при этом потребления топливно-энергетических ресурсов;

- целью энергетического менеджмента предприятия является снижение энергетической составляющей в общей структуре затрат предприятия и, следовательно, обеспечение конкурентоспособности выпускаемой продукции на внутреннем и внешнем рынках [3].

**Функции энергетического менеджмента** включают в себя:

- взаимодействий с предприятиями - производителями энергии;
- взаимодействие с энергоснабжающими организациями;
- обработка информации об энергопотреблении по отдельным подразделениям;
- подготовка предложений по энергосбережению;
- запуск и управление энергосберегающими проектами;
- работа с руководством и сотрудниками хозяйствующего субъекта по вопросам энергопотребления.

Достаточно широкий диапазон выполняемых функций диктует необходимость максимального приближения энергетического менеджмента к руководству субъекта хозяйствования и динамичного взаимодействия с ним. В противном случае энергетический менеджмент будет малоэффективным и не сможет обеспечить заданную цель - снижение потребления топливно-энергетических ресурсов.

Энергетический менеджмент включает в себя организацию оптимального функционирования и развития энергетической части любого производства на основе достижений науки, техники, технологии.

В свою очередь, это и систематическое проведение энергоаудита (обследования) основного и вспомогательного производства, разработка конкретных рекомендаций и мероприятий по экономии электроэнергии с определением ожидаемых и требуемых средств, ответственность за проведение политики энергосбережения на предприятии, изучение достижений в области энергосберегающих технологий, разработка программ их внедрения на производстве с обоснованием экономической целесообразности энергосберегающих мероприятий, изучение и оценка достигнутых результатов [4].

Помимо вышеперечисленных мероприятий, **энергоменеджер** разрабатывает стройную систему стимулирования энергосбережения и роста энергетической эффективности производства, несет ответственность за планирование и выполнение энергетических проектов, за закупку и внедрение энергетически эффективного оборудования.

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

**Энергоменеджмент** - это, *во-первых*, не однократное мероприятие, а постоянная, кропотливая многолетняя (окупаемость программ энергосбережения не такая быстрая, как у чисто коммерческих проектов)

работа по подготовке одних программ, исполнению и развитию других.

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

Взаимодействие с региональными органами власти, общественными организациями, ведомствами по Энергонадзору - **третий уровень** деятельности энергоменеджера.

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

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

Иногда энергоменеджмент относят к числу задач общего управления и распространяют на этапы:

- 1) проектирования;
- 2) строительства;
- 3) эксплуатации промышленных предприятий.

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

**Основная задача проектирования** - ориентация на эффективные технологии, использование доступных по стоимости и поставкам энергоресурсов, сбалансированность межтехнологических энергетических циклов [3].

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

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

**Организационные основы:**

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

## **Исходные данные в задаче управления энергоиспользованием**

Нужны корректные характеристики процесса, нужны приборы и системы учета и контроля движения (приход, расход, трансформация) энергоресурсов и энергоносителей. Исходная информация о параметрах энергосбережения используется для контроля текущего режима, для ведения отчетности, коммерческих расчетов, анализа уровня эффективности энергопотребления [4].

## **Основные направления повышения эффективности энергоиспользования**

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

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

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

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

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

- внедрение систем регулируемого электропривода для снижения расхода энергии;

- замена осветительных ламп на более экономичные типы;

- замена вентиляторов устаревшего типа новыми и внедрение систем автоматического управления для снижения расхода электроэнергии на вентиляцию;

- организация систем оборотного водоснабжения для снижения расхода технологической воды;

- замена поршневых компрессоров турбинными для снижения энергозатрат на выработку сжатого воздуха;

- внедрение прогрессивных производственных технологий.

## **Энергетический баланс предприятия**

Энергетический баланс промышленного предприятия является

наиболее важной характеристикой энергетического хозяйства предприятия. Он составляется с целью выявления всех резервов экономии энергоресурсов.

**Энергобаланс** - баланс добычи, переработки, транспортировки, преобразования, распределения и потребления всех видов энергетических ресурсов и энергии в производстве [5].

Энергобаланс является отражением закона сохранения энергии в условиях конкретного производства.

Энергетический баланс (энергобаланс) состоит из приходной и расходной частей.

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

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

Энергетический баланс показывает соответствие, с одной стороны, суммарной подведенной энергией и, с другой стороны, суммарной полезно используемой энергией и ее потерями. При составлении баланса рассматриваются все виды потребляемой на предприятии энергии: электроэнергия, газ, мазут, вода, пар и т.п. Потребление энергии на все цели на каждом участке предприятия измеряется количественно, кроме того, оцениваются и потери энергии.[4]

Составление баланса производится на основе данных о фактическом потреблении энергии на конкретных участках данного предприятия (двигатели, электрооборудование, освещение и т.д.). Для получения такой информации используются специальные приборы - счетчики электроэнергии, газа, пара, воды и пр.

Изучение энергетических балансов дает возможность установить фактическое состояние использования энергии, как на отдельных участках предприятия, так и на предприятии в целом. Энергетический баланс позволяет сделать выводы об эффективности работы предприятия. После закрытия баланса должны быть выявлены точки, участки на предприятии, где можно сэкономить энергию.

В зависимости от вида и количества энергоносителей баланс может быть частным, составленным только для одного энергоносителя, либо

сводным энергетическим балансом, составленным по суммарному потреблению всей используемых на предприятии энергетических ресурсов. При составлении частных энергетических балансов количественное измерение энергоносителей производится в джоулях (Дж, МДж, ГДж), киловатт-часах (кВт·ч), тоннах условного топлива (т.у.т.). При составлении сводного энергетического баланса измерение различных энергоресурсов и энергоносителей производится в тоннах условного топлива.

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

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

Различают **три основных вида электробалансов**:

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

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

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

Один из важнейших результатов составления нормализованных электробалансов является возможность нормирования электропотребления на основные технологические процессы изготовления готовой продукции [5].

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

Приходная и расходная части принимаются и учитываются по показаниям счетчиков активной энергии и расчетной мощности [6].

Расходная часть электробаланса активной электроэнергии делится на

следующие статьи расхода:

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

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

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

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

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

**Задачами составления электробаланса** являются:

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

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

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

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

Общие резервы экономии электроэнергии подразделяются на текущие  $W_T$ , осуществляемые с малыми затратами в текущем периоде, и перспективные  $W_n$ , реализация которых возможна в более отдаленной перспективе (3-5 лет и более) за счет проведения мероприятий, требующих дополнительных затрат [4].

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

**Текущие резервы экономии энергии:**

$$W_T = n (W_{qoi} - W_{hi})$$

где  $n$  - число мероприятий, направленных на снижение потерь;

$W_{qoi}$  и  $W_{hi}$  - потери электроэнергии в каждом  $i$ -м объекте

соответственно до и после проведения мероприятий.

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

$$W_n = W_{hi} - W_{эки}$$

В зависимости от назначения энергетические балансы могут характеризоваться следующими показателями:

– *расчетным периодом* (отчетные балансы по фактическим данным за прошлый период, плановые на ближайший планируемый период с учетом заданий по снижению затрат энергии, проектные, составляемые при проектировании объекта и т.д.);

– *стадией энергетического потока* (производство, преобразование, распределение, конечное использование энергетических ресурсов);

– *видом энергоносителя* (например, частные энергобалансы по отдельным видам потребляемых энергоносителей, сводные энергобалансы по суммарному потреблению энергии).

Для составления и анализа энергетического баланса предприятия исходная информация может быть представлена в виде следующих данных:

– общей производственной и энергетической характеристики предприятия (объемы и номенклатура выпускаемой продукции, ее себестоимость с выделением энергетической составляющей и т.п.);

– описания схемы материальных и энергетических потоков;

– перечня и характеристик основного энергоиспользующего оборудования;

– данных о расходах энергоносителей;

– данных о работах по рациональному использованию энергии на предприятии.

Схема материальных и энергетических потоков сопровождается описанием видов и параметров энергоносителей, состояния использования вторичных энергетических ресурсов, системы учета и контроля расхода энергии и энергоносителей.

**Анализ энергетического баланса** состоит в качественной и количественной оценке состояния энергетического хозяйства предприятия.

Анализ использования энергоносителей может быть произведен путем сравнения фактических показателей с нормативными, фактическими за предыдущий период, перспективными, аналогичными на других предприятиях. При этом сравнение показателей должно проводиться с учетом условий сопоставимости (при одинаковых объемах производства, составе и качестве продукции и т.п.).

**Эффективность использования энергии в установке** можно характеризовать **коэффициентом полезного действия (КПД)**, который определяется по формуле:

$$\eta = \frac{\mathcal{E}_{\text{пол}}}{\mathcal{E}_{\text{подв}}},$$

где:  $\mathcal{E}_{\text{пол}}$  - количество полезно использованной энергии;

$\mathcal{E}_{\text{подв}}$  - количество подведенной энергии.

При оценке эффективности использования энергоресурсов на предприятии суммируются как количество использованной, так и количество подведенной энергии на всех установках для различных видов энергоносителей [1].

В результате изучения энергетического баланса производится оценка такого важного показателя эффективности энергоиспользования, как удельный расход энергии на производство продукции.

### **Формы учета энергии**

В настоящее время существуют **три формы учета энергии**:

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

Всякая форма учета предполагает:

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

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

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

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

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

К первичной документации учета энергии относятся: суточные ведомости эксплуатации агрегатов, вахтенные (оперативные) журналы, графики нагрузок, программы самопишущих приборов и др. Первичная документация учета должна содержать информацию, на основании которой

составляется энергетический баланс и технический отчет по эксплуатации, а также включать первичные показатели, характеризующие качество обслуживания оборудования и его техническое состояние. Все показатели первичной документации фиксируются в суточных ведомостях не реже чем через 0,5-1 ч.

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

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

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

Опытно-расчетный способ учета рекомендуется применять, когда установка приборов учета на данном объекте экономически не оправдана, а расчетный способ не обеспечивает достаточной точности учитываемых энергоносителей. Этот способ учета основан на сочетании разовых замеров энергетических показателей контрольно-измерительными приборами и дальнейшем определении их расчетным путем [2].

### **Энергетический аудит**

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

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

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

энергохозяйства.

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

**Энергетический аудит** - это обследование предприятия с целью сбора информации об источниках энергии и ее удельном потреблении на единицу выпускаемой продукции. Энергетический аудит является основным инструментом энергетического менеджмента. [1]

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

**Основные задачи энергоаудита и паспортизации** следующие:

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

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

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

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

**Цели энергетического аудита:**

- определение форм используемой энергии;
- изучение потребления энергии, сбор данных по затратам энергии;
- проверка текущей информации по энергетике и исследование рабочих процессов и операций;
- определение структуры тарифов на электроэнергию;
- разработка и совершенствование методики выполнения записи расхода энергии;
- определение потребления энергии на единицу выпускаемой продукции (удельного потребления энергии);
- определение потенциальных зон производства, где имеются

наиболее существенные потери энергии;

– разработка мероприятий по сокращению потребления энергии.

По результатам энергетического обследования производится оценка эффективности использования предприятиями энергетических ресурсов (твердого топлива, нефти, газа, электрической и тепловой энергии и т.п.). На основании выявленных нарушений в использовании топливно-энергетических ресурсов готовятся предложения об имеющихся резервах экономии энергоресурсов, а также предлагаются технические и организационные энергосберегающие мероприятия.

Рекомендации по энергосбережению и рациональному использованию энергетических ресурсов не должны ухудшать экологические характеристики оборудования и технологических процессов, безопасность и комфортность работающего персонала, качество продукции.

Методически проведение энергоаудита разделяется на **предварительный этап** (предварительный аудит), на котором происходит ознакомление с объектом и его энергопотребляющими системами и устройствами, и на **основной этап** - собственно энергоаудит (подробный аудит). Предварительный этап служит для составления программы подробного энергоаудита.

**Предварительный аудит** заключается в записи и анализе потребления энергии определенным участком производства за установленный временной период. На этом этапе определяются основные энергетические характеристики объекта, его систем и устройств, выделяются наиболее энергоемкие системы энергопотребления и места наиболее вероятных энергоресурсов.

Для предварительного аудита собираются либо уже имеющиеся данные, либо данные, полученные самыми простыми замерами. Основной целью предварительного аудита является преобразовать эти данные в полезную для использования информацию. Такое преобразование дает представление о текущем энергопотреблении.

Аудит может быть выполнен быстрым осмотром оборудования, системы энергоснабжения и счетов на топливо. Визуальный осмотр проводится с целью определения возможностей экономии энергии и установления необходимости в более подробном анализе. Предварительный этап выполняется потерь экспертами энергоаудита совместно с персоналом предприятия (объекта). Информацию следует фиксировать в специально разработанных табличных формах и в описательном тексте. По результатам предварительного аудита составляется программа проведения подробного энергетического аудита, согласованная с руководством предприятия. В конце

предварительного этапа составляется программа проведения энергоаудита, которая согласуется с администрацией объекта и подписывается двумя сторонами. В зависимости от сложности предприятия на эту стадию аудита может потребоваться 1-3 дня [1].

**Подробный аудит** заключается в сборе и записи полной информации о потребляемой энергии на каждой участке производства за каждый временной период с расчетами энергетических балансов и показателей энергетической эффективности. Для проведения подробного аудита используются резервные портативные контрольно-измерительные приборы. Продолжительность проведения подробного аудита может составлять недели, а иногда - и месяцы [6].

На всем протяжении энергетического обследования происходит сбор информации в соответствии с разработанной программой. Источниками информации могут являться:

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

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

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

- система электроснабжения объектов;
- системы технического и коммерческого учета расхода энергоносителей.

Для восполнения отсутствующей информации, необходимой для оценки эффективности использования энергии, применяется так называемое инструментальное обследование. Инструментальное обследование применяется также и в тех случаях, когда имеющаяся информация вызывает сомнения в достоверности.

Проведению подробного энергетического аудита предшествует энергетический осмотр. При предварительном энергетическом осмотре устанавливаются места с наиболее очевидными потерями энергии, такие, как:

- потери топлива;
- утечка пара;
- открытые горячие участки поверхностей, нуждающиеся в теплоизоляции;
- нерегулируемые горелки;
- высокая температура газа на выходе;
- работа оборудования вхолостую;
- утечка сжатого воздуха, утечка газа;
- отходы продукции;
- ненужная транспортировка материала;
- частые остановки производства;
- ненужные установки понижения давления;
- неисправные контрольные приборы;
- закупоренные фильтры воздуходувок / компрессоров;
- грязь на рабочих местах;
- утечка конденсата;
- утечка воды;
- чрезмерная освещенность;
- излишнее кондиционирование / нагревание воздуха.

Чтобы облегчить работу по обследованию обычно заранее подготавливают соответствующие формы по энергетическому осмотру, в которых должна быть отражена вся необходимая информация. Затем при обследовании в подготовленные формы производится запись информации.

**Объектами энергетического аудита являются:**

**Паровые системы.** Определяются температура и давление пара, наличие и состояние конденсатоотводчиков, состояние теплоизоляции, утечки пара, возврат конденсата. Возможные рекомендации по энергосбережению - устранение утечек пара, теплоизоляция паропроводов,

установка конденсатоотводчиков и возврат конденсата, утилизация тепла конденсата.

**Система сжатого воздуха.** Обследуются компрессорные системы, системы распределения воздуха и регулирования давления, давление у потребителя, присутствие в воздухе конденсата, наличие утечек, система охлаждения. Энергосберегающие мероприятия по этой системе включают в себя устранение утечек воздуха, его осушку, установку систем регулирования давления, секционирование компрессоров, межступенчатое охлаждение, ограничение расхода охлаждающей воды, применение экономичных компрессоров.

**Водоснабжение.** Обследуются насосные установки, электропривод насосов, режимы работы насосов, утечки и непроизводительные потери воды. Снижение потерь обеспечивается устранением утечек воды, уменьшением потерь энергии на транспортирование воды по трубопроводным системам, модернизацией электроприводов насосов.

**Котельные установки.** При их обследовании измеряются режимные параметры (давление, состав дымовых газов в различных точках тракта, температура воды и воздуха, параметры пара, температура наружных поверхностей по всему тракту котельной установки). Производится анализ КПД установки, состояние теплоизоляции, потерь тепла излучением, с дымовыми газами и проточной водой. Оценивается общий тепловой баланс, уровень выбросов в атмосферу, присос воздуха по тракту. Сбережению энергии способствует теплоизоляция наружных поверхностей установки, установка автоматических регуляторов, уплотнение клапанов и тракта, утилизация тепла дымовых газов и продувочной воды, модернизация нагнетательных устройств.

**Печи.** Производится измерение режимных параметров печи, определяются состав, давление и температура дымовых газов в топках и тракте печи, температура наружных поверхностей, расход и температура охлаждающей воды, характеристики электропривода нагнетательных устройств. В электрических печах определению подлежат их электрические параметры - нагрузка, мощность. Сбережению энергии способствует теплоизоляция наружных поверхностей печи, установка автоматических регуляторов, уплотнение заслонов и клапанов, утилизация тепла дымовых газов и воды, предварительный подогрев шихты за счет утилизируемого тепла, установка регенераторов, модернизация нагнетательных устройств и т.п.

**Бойлеры и теплообменники.** Измеряются входная и выходная температура теплоносителей, их расход и перепады давления, температура

наружных поверхностей аппарата, оцениваются потери тепла, определяется КПД, производится анализ теплоизоляции. Снижение потерь энергии обеспечивается изоляцией трубопроводов и наружных поверхностей, очисткой теплообменных поверхностей.

**Система кондиционирования воздуха, отопление и вентиляция.** Изучаются характеристики электроприводов насосов и вентиляторов, системы регулирования теплообменников, измеряются температура и расход теплоносителя, температура и влажность воздуха в помещениях и снаружи. Экономии энергии способствуют теплоизоляция трубопроводов, устранение утечек, рекуперация вентиляционного тепла, применение термосифонов и тепловых насосов, установка центральных и индивидуальных регуляторов.

**Освещение.** Устанавливается соответствие уровня освещенности категории помещения и рабочему месту, состояние окон и осветительных приборов. Энергосбережение при этом может быть достигнуто путем замены ламп накаливания на более экономичные типы ламп, использования естественного и местного освещения, внедрением системы автоматического регулирования (установка детекторов присутствия и таймеров, секционирование осветительных сетей).

**Электрооборудование.** Измеряются суточные и недельные графики напряжений, токов, активной и реактивной мощности, анализируются пиковые нагрузки оборудования, время холостого хода.

**Здания.** Обследуется качество изоляции стен, уплотнение дверных и оконных проемов, системы водоснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования, освещение. Энергосберегающие мероприятия - дополнительная изоляция стен и перекрытий, вакуумное остекление, установка регулирующих устройств, модернизация системы отопления и водоснабжения.

**Процесс энергетического обследования должен включать следующие этапы:**

1. Разработка технической программы;
2. Проведение энергетического обследования в рамках технической программы;
3. Обработка и анализ результатов обследования;
4. Разработка мероприятий по сбережению топливно-энергетических ресурсов;
5. Составление энергетического паспорта.

При проведении энергетического обследования следует учитывать самые различные условия и факторы:

- отраслевую принадлежность предприятия;

- функциональные особенности предприятия (как потребитель энергоресурсов или как производитель отдельных видов энергии);
- возможности по использованию энергоресурсов только для собственных нужд или для оказания услуг по передаче тепла и электроэнергии другим потребителям;
- инвестиционные вложения предприятия, то есть способность решать проблему повышения эффективности использования энергетических ресурсов за счет проведения режимно-эксплуатационных и организационно-экономических мероприятий.

Энергоаудит, как правило, выполняется с привлечением исполнителей от различных лицензированных организаций: аудиторских, проектных, исследовательских и пр. Однако опыт проведения энергоаудитов показывает, что наиболее высокие результаты достигаются при решении указанных задач в комплексе единой организацией-исполнителем с привлечением компетентных специалистов при обязательном участии заинтересованных специалистов самого предприятия. Состав группы энергоаудита, естественно, зависит от характера обследуемого объекта и должен включать специалистов по электроснабжению, теплоснабжению, газоснабжению, водоснабжению, компрессорному и холодильному оборудованию, метрологии, контрольно-измерительным приборам и автоматике (КИПиА). Условием достоверного, качественного энергоаудита является наличие приборного парка в совокупности с серьезным программным обеспечением [5].

После завершения энергетического обследования оформляются отчет о проведенном энергетическом обследовании, топливно-энергетический баланс, энергетический паспорт предприятия, рекомендации.

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

- краткую характеристику предприятия и структурную взаимосвязь основных производств предприятия;
- энергоемкость производств предприятия по видам потребляемых энергоресурсов;
- динамику удельного энергопотребления по видам энергоресурсов и по основным видам выпускаемой продукции и сравнение их с соответствующими характеристиками энергоэффективных предприятий-аналогов;
- фонд фактического рабочего времени технологических агрегатов и механизмов с оценкой использования установленных мощностей и коэффициентов их загрузки;
- структуру распределения и учета потребления энергоносителей с

оценкой источников их поступления и потребления;

– распределение расхода всех видов энергоносителей по предприятию, т.е. по технологическим переделам, по вспомогательным службам (например, в водооборотных циклах и очистных сооружениях, в компрессорном и холодильном оборудовании, если оно не входит в основной технологический процесс), по ремонтно-механическим, строительным, административно-бытовым службам и т.д.;

– нормативные и фактические потери энергоносителей в распределительных сетях и системах.

При выработке рекомендаций по повышению эффективности использования топливно-энергетических ресурсов необходимо учитывать, что проведение энергосберегающих мероприятий неизбежно связано с дополнительными затратами. Поэтому экономический эффект энергосберегающего мероприятия определяется выражением:

$$\text{Ээ} = \text{Ээ} - \text{Эз},$$

где:  $\text{Ээ}$  - снижение затрат, которое достигается в результате экономии энергии после проведения энергосберегающего мероприятия;

$\text{Эз}$  - дополнительные затраты, связанные с проведением энергосберегающего мероприятия. Например, в  $\text{Эз}$  могут входить расходы на установку приборов учета энергии, эксплуатационные расходы на обслуживание этих приборов и т.п.

Очевидно, что энергосберегающее мероприятие экономически целесообразно при  $\text{Ээ} = 0$ .

В настоящее время энергоаудит в нашей стране осуществляется в соответствии с «Положением о проведении энергетического обследования предприятий, учреждений и организаций».

По результатам энергетического обследования составляется соответствующий технический отчет, на основе которого разрабатывается оптимальный режим потребления топливно-энергетических ресурсов, а также программа по энергосбережению, выполнение которой контролируется и анализируется до следующего энергетического обследования.[5]

## Список литературы

1. Гордеев, А.С. Энергетический менеджмент в сельском хозяйстве : учебное пособие / А.С. Гордеев. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 308 с. — ISBN 978-5-8114-2941-7. .
2. Хорольский, В.Я. Экономия электроэнергии в сельских электроустановках : учебное пособие / В.Я. Хорольский, М.А. Таранов, А.В. Ефанов. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 272 с. — ISBN 978-5-8114-2521-1.
3. Козак, Оксана Александровна. Энергетический аудит промышленных и гражданских зданий: учебное пособие [Электронный ресурс] / Оксана Александровна Козак, Андрей Юрьевич Верещагин. - Архангельск : Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, 2019. - 168 с. : нет.
4. Организация энергосбережения (энергомеджмент). Решения ЗСМК - НКМК -НТМК - ЕВРАЗ [Текст] : учеб. пособие для вузов / под ред. В. В. Кондратьева. - М. : ИНФРА-М, 2011. - 107 с. + 1 эл. опт. диск.
5. Гриднева, Т.С. Энергосбережение в электроснабжении АПК : учебное пособие / Т.С. Гриднева, С.С. Нугманов. — Самара : СамГАУ, 2018. — 137 с. — ISBN 978-5-88575-549-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.
6. Алтухов И. В. Системы энергетики и энергосбережение [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений, обучающихся по направлениям подгот. "Электроэнергетика и электротехника", "Теплоэнергетика и теплотехника", "Агроинженерия"/И. В. Алтухов. - Молодежный: Изд-во ИрГАУ, 2019. - 96 с.