

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования

**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)**

Институт архитектуры, строительства и энергетики
Кафедра электротехники и электроэнергетики

В.А. ШАХНИН

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

по дисциплине «Средства и методы снижения расходования энергоносителей и потерь
электроэнергии»

для студентов, обучающихся в магистратуре по направлению 13.04.02 Электроэнергетика
и электротехника



© Шахнин В.А., 2015

Владимир - 2015 г.

1. ЦЕЛЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Целью практических занятий по дисциплине «Средства и методы снижения расходования энергоносителей и потерь электроэнергии» является: формирование способностей проводить энергетическое обследование, анализировать его результаты, определять и реализовать мероприятия, направленные на снижение расходования энергоносителей и потерь электроэнергии; формирование навыков использовать технические средства для проведения инструментального энергетического обследования при решении задач профессиональной деятельности магистров по направлению подготовки 140400 Электроэнергетика и электротехника; формирование готовности к обоснованию принятых технических решений с учётом экономических и экологических последствий их применения.

2. ПЛАН ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАССМАТРИВАЕМЫХ ТЕМ

1. Государственная политика и законодательство в сфере энергосбережения и повышения энергетической эффективности (1 - 2 недели семестра).
2. Основные этапы энергетического обследования (3 – 4 недели семестра).
3. Инструментальное энергетическое обследование (5– 8 недели семестра).
4. Мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности (9-13 недели семестра).
5. Технические отчёты по результатам энергетического обследования (14-18 недели семестра).

3. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРЕПОДАВАНИЯ

Около 40% времени практических занятий отведено на интерактивные формы обучения проведению энергетических обследований. Для этого используются компьютерные симуляции проведения обследований и мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности на следующих системах жизнеобеспечения:

- низковольтных системах электроснабжения;
- высоковольтных системах электроснабжения;
- системах теплоснабжения.

В ходе практических занятий студенты используют учебную компьютерную базу данных по техническим средствам энергетического обследования.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1.

Тема практического занятия: Государственная политика и законодательство в сфере энергосбережения и повышения энергетической эффективности

Задачи практического занятия: введение в курс; обзор законодательных актов, постановлений Правительства Р.Ф., приказов Минэнерго и Правил саморегулируемых объединений, определяющих порядок проведения энергетических обследований; анализ гл. 4 Федерального закона № 261-ФЗ, посвящённой различным аспектам энергоаудита.

ВВЕДЕНИЕ В КУРС. Рациональное использование энергетических ресурсов является одним из государственных приоритетов модернизации и технологического развития экономики и социальной сферы. Очевидно, что для устранения потерь необходимо выявление их причин и источников. Именно поэтому одним из самых перспективных и актуальных аспектов **энергоконсалтинга** в нашей стране является **энергетическое обследование**, направленное на выявление нерациональных затрат энергетических ресурсов и неоправданных потерь энергии.

В промышленности и аграрном секторе энергетическое обследование нацелено на снижение потерь энергоресурсов до экономически обоснованных значений и ведёт к существенному уменьшению энергетической составляющей в структуре себестоимости готовой продукции, к повышению её конкурентоспособности на мировом и российском рынках. Энергетическое обследование предприятий, занимающихся производством, распределением и транспортировкой энергетических ресурсов, является необходимым условием снижения издержек и повышения эффективности работы топливно-энергетического комплекса. Главная декларируемая государством цель энергетического обследования в жилищно-коммунальном хозяйстве — сдерживание роста платежей населения за услуги ЖКХ путем рационализации их потребления и проведения работ по

повышению энергетической эффективности зданий, сооружений и коммуникаций. Статус программ энергосбережения должен стать даже выше, чем у программ развития коммунальной инфраструктуры, т. к. развитие коммунальных систем может осуществляться одновременно и путем энергосбережения, и созданием новых мощностей.

Таким образом, энергетическое обследование является важным инструментом реализации современной государственной политики в сфере энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Однако, при всей важности энергетического обследования не следует забывать, что на этом этапе лишь определяются неотложные мероприятия по энергосбережению. За обследованием обязательно должен следовать **энергосервисный** этап, целью которого является реализация этих мероприятий. Именно на этом этапе должны произойти серьёзные положительные сдвиги в области энергоэффективности.

1.1. Энергетическое обследование как инструмент повышения энергоэффективности

Современная государственная политика в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности основывается на требованиях **Федерального закона от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»**. Этот закон заменил ранее действовавший Федеральный закон от 3 апреля 1996 года № 28-ФЗ «Об энергосбережении», определил новые механизмы и инструменты реализации этой политики. **Предмет регулирования и цели** нового Федерального закона сформулированы в первой статье следующим образом:

- закон регулирует отношения по энергосбережению и повышению энергетической эффективности;
- целью закона является создание правовых, экономических и организационных основ стимулирования энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Проведение энергетического обследования и оказание энергосервисных услуг в мировой практике рассматриваются как основные этапы энергосбережения и повышения энергетической эффективности [2]. Можно сказать, что они определяют границы между выявлением потенциала энергосбережения, прединвестиционной подготовкой и непосредственной реализацией проектов в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. В статьях 15-18 Закона № 261-ФЗ сформулированы **ключевые положения новой государственной политики в области проведения энергетических обследований**:

- саморегулирование и членство в саморегулируемых организациях в области проведения энергетического обследования как основание для осуществления соответствующего вида деятельности;
- обязательность и регулярность проведения энергетических обследований в бюджетной сфере, для крупных потребителей энергетических ресурсов, регулируемых организаций и организаций топливно-энергетического комплекса;
- унификация требований к энергетическому паспорту, составленному по результатам обязательного энергетического обследования, а также к энергетическому паспорту, составленному на основании проектной документации;
- сбор, обработка, систематизация, анализ, использование данных энергетических паспортов, составленных по результатам обязательных энергетических обследований, а также данных энергетических паспортов, составленных по результатам добровольных энергетических обследований.

Принятие закона № 261-ФЗ послужило основанием для определения федеральных органов исполнительной власти, уполномоченных осуществлять функции по выработке и реализации государственной политики в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. В области проведения энергетических обследований такие функции прямо закреплены за Минэнерго России в Положении о Министерстве энергетики РФ, утвержденным постановлением Правительства от 28 мая 2008 года № 400, и изменениями, внесенными постановлением Правительства от 20 февраля 2010 года № 67.

Результаты реализации новой государственной политики в области проведения энергетических обследований выявили ряд проблем, свойственных современному этапу становления системы. Наиболее тревожной, на наш взгляд, является тенденция к снижению качества и формализации энергетических обследований. Вступление в силу закона 261-ФЗ «Об энергосбережении...» серьезно изменило рынок энергоаудита. До этого энергоаудиторов было не много: номинально около 300, а фактически не более 100 тех, для кого энергоаудит являлся основным видом деятельности, у кого был квалифицированный персонал и инструментальное обеспечение. Рынок включал примерно 400 тысяч предприятий и организаций с энергопотреблением более 6 тыс. т условного топлива, т.е. более или менее серьезных объектов энергоаудита [3]. Теперь обязательному энергетическому обследованию подлежат не только предприятия и организации, но и все объекты ЖКХ, государственные и муниципальные объекты, а также сами госорганы и органы местного самоуправления. Это привело к многократному расширению рынка, что в свою очередь вызвало взрывной рост количества

энергоаудиторов. Уже к концу 2010 года членов саморегулируемых организаций энергоаудиторов было примерно две тысячи. Могло быть и больше, но сдерживало отсутствие квалифицированного персонала. Началась «экстренная» подготовка энергоаудиторов, которая, конечно, даёт свои плоды.

В настоящее время зарегистрировано около 100 саморегулируемых организаций в области энергетического обследований, которые охватывают более 4000 энергоаудиторов [4]. Профессиональная квалификация большинства энергоаудиторов определяется уровнем их подготовки на краткосрочных (72 учебных часа) курсах и пока не подкреплена реальным опытом работы. Кроме того, такое количество участников рынка пока не обеспечено необходимым объемом заказов на проведение энергетического обследования, несмотря на требования закона № 261-ФЗ об обязательном их проведении для определенных групп потребителей энергетических ресурсов до 31 декабря 2012 г. В результате некоторые энергоаудиторские фирмы предлагают заочное энергетическое обследование без выезда аудиторов на объект (таких предложений, например, в интернете множество). Обследование в этом случае сводится к подготовке энергетического паспорта по данным, представленным той организацией, которая и заказывает энергоаудит. Безусловно, на таком рынке энергоаудиторы, действительно проводящие документальное и инструментальное энергетическое обследование, требующие больших затрат времени и труда, оказываются неконкурентоспособными из-за более высокой стоимости услуг. При этом очевидно, что грамотно проведенное энергообследование необходимо не только заказчикам энергоаудита, но и энергосервисным компаниям. Ни одна энергосервисная компания не будет заключать договор по реализации энергоэффективных мероприятий, некорректных сформулированных на основании «заочного» энергообследования в формальном энергетическом паспорте. Безусловно, наведение порядка на рынке энергетического обследования, в первую очередь, задача соответствующих саморегулируемых организаций, ведь, в том числе, для этого они и создавались. Однако, по крайней мере, на этапе становления, необходим неформальный контроль со стороны государства, в данном случае в лице министерства энергетики РФ.

1.2. Законодательство об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и другие нормативные акты в этой области

Правовое регулирование в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности основывается на следующих принципах:

- 1) эффективное и рациональное использование энергетических ресурсов;
- 2) поддержка и стимулирование энергосбережения и повышения энергетической эффективности;

- 3) системность и комплексность проведения мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности;
- 4) планирование энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- 5) использование энергетических ресурсов с учетом ресурсных, производственно-технологических, экологических и социальных условий.

Законодательство об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности состоит из Федерального закона от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» и других федеральных законов, принимаемых в соответствии с ними иных нормативных правовых актов Российской Федерации, а также законов и иных нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации, муниципальных правовых актов в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Безусловно, в проведении законов в жизнь велико значение постановлений правительства, глав регионов и приказов, издаваемых профильными министерствами. Таким образом, к числу важнейших документов в сфере энергетического обследования, можно отнести следующее:

- Федеральный Закон от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности»;
 - **Федеральный закон Российской Федерации от 1 декабря 2007 г. N 315-ФЗ « О саморегулируемых организациях»;**
 - Постановление Правительства РФ №832 от 8 июля 1997 г. «О повышении эффективности использования энергетических ресурсов и воды предприятиями, учреждениями и организациями бюджетной сферы»;
 - Постановление Правительства РФ №588 от 15 июня 1998 г. «О дополнительных мерах по стимулированию энергосбережения в России»;
 - Постановление Правительства РФ №391 от 1 июня 2010 г. «О порядке создания государственной информационной системы в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности и условий для ее функционирования»;
 - Приказ Минпромэнерго РФ №141 от 4 июля 2006 г. «Об утверждении рекомендаций по проведению энергетических обследований»;
 - Приказ Министерства энергетики РФ №182 от 19 апреля 2010 г. «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».

- Приказ Министерства энергетики РФ № 155 от 27 апреля 2011 г. «Об организации работы по образовательной подготовке и повышению квалификации энергоаудиторов для проведения энергетических обследований в целях эффективного и рационального использования энергетических ресурсов».

Разработка методов практической реализации этих законов, постановлений и приказов находится в компетенции саморегулируемых организаций (СРО) [5]. Для этого ими определяются правила и рекомендации по проведению энергетического обследования. Например, одним из крупнейших в стране некоммерческих объединений в сфере энергоконсалтинга, СРО НП «Союз энергоаудиторов», разработан свод таких правил [6], основными из которых являются:

- Правила, регламентирующие порядок проведения энергетических обследований членами СРО;
- Правила оснащения приборного парка, необходимого для проведения энергетического обследования;
- Правила оформления энергетического паспорта, составленного по результатам энергетического обследования;
- Правила расчета потенциала энергосбережения;
- Правила определения перечня мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности.

Ключевые термины:

Закон № 261-ФЗ - Федеральный закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Предмет регулирования Закона № 261-ФЗ - закон регулирует отношения по энергосбережению и повышению энергетической эффективности. **и цели**

Цель Закона № 261-ФЗ - создание правовых, экономических и организационных основ стимулирования энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

СРО - саморегулируемые организации.

Закон № 315-ФЗ - Федеральный закон Российской Федерации от 1 декабря 2007 г. «О саморегулируемых организациях».

Краткие итоги практического занятия:

1. Современная государственная политика в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности основывается на требованиях Федерального закона от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ.
2. Закон регулирует отношения по энергосбережению и повышению энергетической эффективности.
3. Целью закона является создание правовых, экономических и организационных основ стимулирования энергосбережения и повышения энергетической эффективности.
4. Ключевые положения новой государственной политики в области проведения энергетических обследований:
 - саморегулирование и членство в саморегулируемых организациях в области проведения энергетического обследования как основание для осуществления соответствующего вида деятельности;
 - обязательность и регулярность проведения энергетических обследований в бюджетной сфере, для крупных потребителей энергетических ресурсов, регулируемых организаций и организаций топливно-энергетического комплекса;
 - унификация требований к энергетическому паспорту, составленному по результатам обязательного энергетического обследования, а также к энергетическому паспорту, составленному на основании проектной документации;
 - сбор, обработка, систематизация, анализ, использование данных энергетических паспортов, составленных по результатам обязательных энергетических обследований, а также данных энергетических паспортов, составленных по результатам добровольных энергетических обследований.

Литература

1. Россия в цифрах. 2011: Краткий статистический сборник/Росстат.- М., 2011. -198 с. – ISBN 5-46478-974-4.
2. Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».- М., 2009.
3. Энергоэффективность в России: скрытый резерв. IFC/The World Bank/ЦЭНЭФ, 2008. – 89 с.

4. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: учебник для вузов /О.Л.Данилов, А.Б.Гаряев, И.В.Яковлев и др.; под ред. А.В.Клименко. – М: Издательский дом МЭИ, 2010. – 424с. – ISBN 5-98954-969-6.
5. Федеральный закон от 7 декабря 2007 г. № 315-ФЗ «О саморегулируемых организациях». – М., 2007.
6. Устав, Положения и Стандарты СРО НП «Союз энергоаудиторов». –М., 2010. -210 с. – ISBN 5-65432-579-5.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2.

Тема практического занятия: Энергетическое обследование – ключевое звено реализации государственной политики в сфере энергосбережения и повышения энергетической эффективности

Задачи практического занятия: *анализ понятий, целей и задач энергетического обследования; классификация объектов добровольного и обязательного энергетического обследования; изучение требований к энергоаудиторам.*

2.1. Понятия, цели и задачи энергетического обследования

В отношении энергетического обследования во второй статье Федерального закона № 261-ФЗ [1] вводится следующее понятие: **энергетическое обследование – это 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.** Энергетическое обследование может проводиться в отношении продукции, технологического процесса, а также юридического лица, индивидуального предпринимателя.

Законом конкретизируются и другие основополагающие понятия в интересующей нас сфере:

- **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 энергия или другой вид энергии);

- **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);

- **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;

- **класс энергетической эффективности** - характеристика продукции, отражающая ее энергетическую эффективность;

- **энергосервисный договор (контракт)** - договор (контракт), предметом которого является осуществление исполнителем действий, направленных на энергосбережение и повышение энергетической эффективности использования энергетических ресурсов заказчиком.

В ст. 15 четвертой главы закона цели энергетического обследования представлены в развёрнутом виде. К основным целям энергетического обследования отнесено:

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

Задачи, решаемые при проведении энергетического обследования (энергоаудита), можно условно разделить на три группы: *основные, формальные и дополнительные*.

К основным задачам энергетического обследования относятся те, результатом решения которых является экономия средств предприятия за счёт энергосбережения. Эти задачи можно сформулировать следующим образом:

- оценка доли затрат и возможности снижения издержек предприятия по каждому из направлений энергопользования;
- определение приоритетных направлений энергосбережения;
- оценка потенциала энергосбережения по выбранным направлениям.
- экспертиза энергетической эффективности проводимых или планируемых на предприятии инноваций;

- разработка эффективных мероприятий для реализации выявленного потенциала энергосбережения;
- разработка предложений по организации системы энергоменеджмента на предприятии;
- составление программы энергосбережения.

Формальные задачи энергоаудита обусловлены требованиями законодательства в области энергосбережения в части документального оформления результатов энергоаудита. К ним принято относить разработку энергетического паспорта и обоснование удельных норм расхода топлива на выработку тепловой и электрической энергии, норм запаса топлива и норм технологических тепловой и электрической энергии в распределительных сетях энергоснабжающих организаций.

Первая задача ставится действующим федеральным законом 261-ФЗ (п. 7, ст. 15). Решение второй задачи актуально для организаций, имеющих абонентов и субабонентов по энергоресурсам. Обоснование указанных норм необходимо для их утверждения в Министерстве энергетики РФ. В последующем региональные энергетические комиссии, руководствуясь ими, устанавливают обоснованные тарифы на энергоснабжение абонентов предприятий. Обоснование норм проводится на основании энергетического обследования и расчётов, порядок и организация которых утверждены Приказами Минпромэнерго №№ 255, 257, 258, 259 от 4 октября 2005 года, и № 3 от 13 января 2006 г.

Следует отметить, что оценка потерь в сетях проводится аудиторам для любого субъекта энергоаудита, но в большинстве случаев это приблизительная оценка, не претендующая на такую детализацию и глубину, которая требуется для обоснования норм. Обычно энергоаудиторы определяют долю потерь в распределительных сетях от общего количества транспортируемой энергии и сравнивают полученные значения с экономически обоснованными нормативами. В дальнейшем, либо констатируют достаточную энергоэффективность, либо разрабатывают мероприятия по снижению потерь. В случае разработки таких мероприятий, и проводятся расчёты потерь по нескольким ключевым участкам сети. Цель этих расчётов: определить экономическую эффективность предлагаемых мероприятий.

В отличие от этого расчёт потерь в целях обоснования их норм должен проводиться по всем элементам и участкам сети, которые участвуют в энергоснабжении абонентов, а это значительно более масштабная работа, которая требует привлечения дополнительного количества специалистов и большего времени, что ведёт к увеличению продолжительности и стоимости энергетического обследования.

К дополнительным задачам энергоаудита относятся те, которые решаются в соответствии с пожеланиями заказчика по расширению состава работ. Это довольно большой круг задач, к которым, например, относятся подготовка заключения по техническому состоянию оборудования, разработка удельных нормы энергопотребления и т.п. [2]. Дополнительные задачи, как правило, лежат несколько в стороне от целей энергоаудита. Можно сказать, что они являются смежными с вышеназванными задачами энергоаудита. Поясним, как они решаются в рамках энергоаудита, и что получает заказчик в результате работы энергоаудиторов, на типичных примерах.

При оценке технического состояния оборудования и систем предприятия в процессе энергоаудита речь идет не о глубоком обследовании, которое требует от исполнителя наличия соответствующей лицензии и выполняется по специализированным методикам с использованием специализированного приборного обеспечения. В данном случае это экспертная, приблизительная оценка. Её цель, оценить долю энергетических потерь, которая связана с ухудшением технического состояния оборудования и систем.

Аналогично, задача по разработке удельных норм потребления топлива, энергии и ресурсов на выпуск продукции решается при энергоаудите на основе приблизительных оценок, выработанных по узкому кругу результатов документального и инструментального обследования. Строго говоря, такая задача и не имеет точного решения. Действительно, объём потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) зависит от различных факторов: производственных, объективных и субъективных внутренних, объективных и субъективных внешних. В совокупности, таких факторов очень большое количество. Многие факторы не определены, по большому числу нет чётких моделей оценки их влияния на конечный результат. Теоретически, для конкретной ситуации эта задача может быть решена, но при условии, что все факторы считаются неизменными. Очевидны недостатки такого рода расчётов: ограниченность диапазона их практического применения; сложность и, соответственно, высокие затраты на их выполнение. Они не могут использоваться для регулярной оценки энергетической эффективности производства, поскольку регулирующее воздействие внутренних субъективных факторов (например, приписки) нивелирует достоверность таких оценок. Однако, при энергоаудите предприятий, применяющих оценку энергетической эффективности работы подразделений по удельным показателям, результаты энергетического обследования позволяют выявить и устранить различные способы влияния на достоверность этих показателей [3]. Например, в отчётах легко выявляются перераспределения части фактических значений объёмов потребления ТЭР между подразделениями. Иногда обнаруживается сознательное увеличение объёмов

энергопотребления, путём включения вспомогательного и технологического оборудования на холостой ход. Это делается для сокрытия фактов, подтверждающих возможность экономичного использования энергоресурсов, с целью сохранения текущих значений контролируемых показателей, удовлетворяющих эксплуатационный персонал.

В заключении этого раздела отметим, что обычно энергоаудиторы готовы решать большинство задач, которые перед ними ставятся. При этом настоящий энергоаудитор всегда предупредит заказчика о своих сомнениях в достижении эффективности того или иного решения.

2.2. Объекты энергетического обследования

В соответствии с общепринятыми определениями объекта и субъекта в дальнейшем будем называть сторону, которая осуществляет энергетическое обследование, *субъектом*, а сторону, на которую оно направлено, - *объектом* этой деятельности. Федеральным законом N 261-ФЗ объекты энергетического обследования определены следующим образом: «энергетическое обследование может проводиться в отношении продукции, технологического процесса, а также юридического лица, индивидуального предпринимателя» (ст. 15).

Различают объекты добровольного и обязательного энергетического обследования. В соответствии с частью 1 ст.16 Федерального закона N 261-ФЗ объектами **обязательного энергетического обследования** являются следующие лица:

- органы государственной власти, органы местного самоуправления, наделенные правами юридических лиц;
- организации с участием государства или муниципального образования;
- организации, осуществляющие регулируемые виды деятельности;
- организации, осуществляющие 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;
- организации, совокупные затраты которых на потребление природного газа, дизельного и иного топлива, мазута, тепловой энергии, угля, электрической энергии превышают десять миллионов рублей за календарный год;
- организации, проводящие мероприятия в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, финансируемые полностью или частично за счет средств федерального бюджета, бюджетов субъектов Российской Федерации, местных бюджетов.

Указанные лица обязаны организовать и провести первое энергетическое обследование в период со дня вступления в силу Федерального закона N 261-ФЗ (27.11. 2009 г.) до 31 декабря 2012 года, последующие энергетические обследования - не реже чем один раз каждые пять лет. Итоговым документом добровольного энергетического обследования является **энергетический паспорт**, который составляется лицом, проводившим энергоаудит.

Для объектов, не перечисленных выше, необходимость и объем **добровольного энергетического обследования** определяется руководителем объекта на основе определения доли энергозатрат в суммарных затратах предприятия, либо на основе экспертной оценки **по наиболее важным аспектам энергосбережения на предприятии [4]**. Для определения доли энергозатрат целесообразно предварительное энергетическое обследование объекта энергоаудита, которое включает в себя следующее:

- определение структуры энергозатрат и структуры энергоиспользования (электроэнергия, тепловая энергия, топливо, вода и т.д.);
- выявление факторов нерационального использования энергоресурсов;
- оценку динамики изменения доли энергозатрат за 2–3 последних года.

В результате проведенной работы составляется предварительный энергетический баланс предприятия, либо его части и определяется потенциал энергосбережения. В большинстве случаев устранение факторов нерационального использования энергоресурсов приводит к значительному сокращению доли ежемесячных затрат на энергоносители. Решение о необходимости дальнейшего энергетического обследования принимается на основании установленной доли энергозатрат в суммарных затратах предприятия. При этом энергоаудиторы обычно руководствуются собственным опытом. Например, ООО «Мосэнергоаудит» применяет следующие критерии. Если доля энергозатрат составляет:

- 5–10%, то комплексный энергоаудит проводить не следует, т.к. потенциал энергосбережения мал и его реализации не компенсирует затрат на энергетическое обследование;
- 11–15%, то рекомендуется проводить комплексный энергоаудит, т.к. имеется потенциал энергосбережения;
- 16–20% и более, то комплексный энергоаудит необходим, т.к. имеется значительный потенциал энергосбережения.

Итоговым документом добровольного энергетического обследования является **«Отчет по результатам комплексного добровольного энергетического обследования»**.

2.3. Субъекты энергетического обследования

Федеральный закон N 261-ФЗ определяет, что субъектами энергетического обследования могут быть только лица (т. е. энергоаудиторские организации и физические лица), являющиеся членами **саморегулируемых организаций (СРО)** в области энергетического обследования.

Создание и функционирование саморегулируемых организаций осуществляется в соответствии с требованиями Федерального закона от 1 декабря 2007 года N 315-ФЗ [5]. В соответствии со ст. 2 этого закона под саморегулированием понимается самостоятельная и инициативная деятельность, которая осуществляется субъектами предпринимательской или профессиональной деятельности и содержанием которой являются **разработка и установление стандартов и правил указанной деятельности, а также контроль за их соблюдением**. Стандарты и правила в данном случае - это требования к осуществлению предпринимательской или профессиональной деятельности, обязательные для выполнения всеми членами саморегулируемой организации. Стандарты и правила СРО должны соответствовать федеральным законам и принятым в соответствии с ними иным нормативным правовым актам. Кроме того, этими документами могут устанавливаться дополнительные требования к предпринимательской или профессиональной деятельности определенного вида. В качестве примера грамотно составленных стандартов и правил саморегулируемых организаций в сфере энергетического обследования можно привести документы, разработанные одним из крупнейших некоммерческих партнёров этого направления СРО НП «Союз энергоаудиторов» [6]. К числу наиболее важных из них относятся:

- Общие правила, регламентирующие проведение энергетических обследований членами СРО;
- Порядок проведения энергетического обследования;
- Правила оснащения приборного парка, необходимого для проведения энергетического обследования;
- Правила расчёта потенциала энергосбережения;
- Правила определения мероприятий по энергосбережению и повышению энергоэффективности;
- Правила оформления энергетического паспорта.

Контроль за осуществлением членами саморегулируемой организации предпринимательской или профессиональной деятельности проводится саморегулируемой организацией путем проведения **плановых и внеплановых проверок**. Предметом плановой проверки является соблюдение членами СРО требований

стандартов, правил и условий членства в саморегулируемой организации. Продолжительность плановой проверки устанавливается постоянно действующим коллегиальным органом управления саморегулируемой организации. Плановая проверка проводится не реже одного раза в три года и не чаще одного раза в год. Основанием для проведения внеплановой проверки может являться направленная в саморегулируемую организацию жалоба на нарушение членом СРО требований стандартов и правил саморегулируемой организации. Для проведения проверки член СРО обязан предоставить необходимую информацию в порядке, определяемом саморегулируемой организацией. В случае выявления нарушений членом требований стандартов и правил саморегулируемой организации, условий членства в саморегулируемой организации материалы проверки передаются в орган по рассмотрению дел о применении в отношении членов СРО мер дисциплинарного воздействия. Саморегулируемая организация несет перед своими членами в порядке, установленном законодательством Российской Федерации и уставом некоммерческой организации, ответственность за неправомерные действия работников СРО.

За деятельностью самих СРО **государственный контроль** осуществляется уполномоченным федеральным органом исполнительной власти путем проведения плановых и внеплановых проверок. В области проведения энергетических обследований такие функции прямо закреплены за Минэнерго России в Положении о Министерстве энергетики РФ, утвержденным постановлением Правительства от 28 мая 2008 года № 400, и изменениями, внесенными постановлением Правительства от 20 февраля 2010 года № 67.

Кроме разработки стандартов и правил, а также контроля за их исполнением, к числу основных функций СРО Законом отнесено следующее [5]:

- разработка и установление условий членства субъектов предпринимательской или профессиональной деятельности в саморегулируемой организации;
- применение мер дисциплинарного воздействия, предусмотренных Федеральным законом и внутренними документами саморегулируемой организации, в отношении своих членов;
- образование третейских судов для разрешения споров, возникающих между членами саморегулируемой организации, а также между ними и потребителями произведенных членами СРО товаров (работ, услуг), иными лицами, в соответствии с [законодательством](#) о третейских судах [7];
- анализ деятельности своих членов на основании информации, представляемой ими в саморегулируемую организацию в форме отчетов в порядке, установленном уставом

некоммерческой организации или иным документом, утвержденными решением общего собрания членов СРО;

- представление интересов членов саморегулируемой организации в их отношениях с органами государственной власти Российской Федерации, органами государственной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления;
- профессиональное обучение, аттестация работников членов саморегулируемой организации или сертификация произведенных членами СРО товаров (работ, услуг), если иное не установлено федеральными законами;
- обеспечение информационной открытости деятельности своих членов, представление информации об этой деятельности в порядке, установленном настоящим Федеральным законом и внутренними документами саморегулируемой организации;
- рассмотрение жалоб на действия членов саморегулируемой организации и дел о нарушении ее членами требований стандартов и правил, условий членства в СРО.

Саморегулируемые организации в сфере энергетического обследования формируются на основе некоммерческих партнерств из энергоаудиторских фирм и физических лиц при условии их соответствия следующим требованиям (статья 18 Федерального закона № 261-ФЗ):

- объединение в качестве членов не менее двадцати пяти субъектов предпринимательской деятельности (индивидуальных предпринимателей и (или) юридических лиц) или не менее сорока субъектов профессиональной деятельности (физических лиц, осуществляющих деятельность в области энергетического обследования самостоятельно, занимаясь частной практикой, а также на основании трудового договора, заключенного с работодателем - юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем), либо объединение в составе некоммерческой организации в качестве ее членов не менее пятнадцати субъектов предпринимательской деятельности и не менее десяти субъектов профессиональной деятельности;
- наличие утвержденных документов: порядка приема в члены СРО и прекращения членства, стандартов и правил, регламентирующих порядок проведения энергетических обследований, перечня мер дисциплинарного воздействия, стандартов раскрытия информации о деятельности СРО и о деятельности ее членов;
- наличие компенсационного фонда, образованного за счет взносов членов СРО в области энергетического обследования.

Членами саморегулируемой организации в области энергетического обследования могут стать:

- юридическое лицо при условии наличия не менее чем четырех работников, заключивших с ним трудовой договор и получивших знания в указанной области;
- индивидуальный предприниматель при условии наличия у него знаний в указанной области и (или) наличия знаний в указанной области не менее чем у одного физического лица, заключившего с таким индивидуальным предпринимателем трудовой или гражданско-правовой договор;
- физическое лицо при условии наличия у него знаний в указанной области.

Среди требований, которые, кроме этого, предъявляются СРО в сфере энергетических обследований к их потенциальным членам, наиболее важными являются: наличие парка приборов, необходимых для инструментального обследования, и внесение членских взносов.

Ключевые термины:

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. Энергетическое обследование может проводиться в отношении продукции, технологического процесса, а также юридического лица, индивидуального предпринимателя.

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 энергия или другой вид энергии).

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).

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.

Класс энергетической эффективности - характеристика продукции, отражающая ее энергетическую эффективность.

Энергосервисный договор (контракт) - договор (контракт), предметом которого является осуществление исполнителем действий, направленных на энергосбережение и повышение энергетической эффективности использования энергетических ресурсов заказчиком.

Краткие итоги практического занятия:

1. Цели энергетического обследования:

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

2. Задачи энергетического обследования:

- оценка доли затрат и возможности снижения издержек предприятия по каждому из направлений энергопользования;
- определение приоритетных направлений энергосбережения;
- оценка потенциала энергосбережения по выбранным направлениям.
- экспертиза энергетической эффективности проводимых или планируемых на предприятии инноваций;
- разработка эффективных мероприятий для реализации выявленного потенциала энергосбережения;
- разработка предложений по организации системы энергоменеджмента на предприятии;
- составление программы энергосбережения.

3. Объектами обязательного энергетического обследования обязаны организовать и провести первое энергетическое обследование в период до 31 декабря 2012 года, являются следующие лица:

- органы государственной власти, органы местного самоуправления, наделенные правами юридических лиц;
- организации с участием государства или муниципального образования;
- организации, осуществляющие регулируемые виды деятельности;

- организации, осуществляющие 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;
- организации, совокупные затраты которых на потребление природного газа, дизельного и иного топлива, мазута, тепловой энергии, угля, электрической энергии превышают десять миллионов рублей за календарный год;
- организации, проводящие мероприятия в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, финансируемые полностью или частично за счет средств федерального бюджета, бюджетов субъектов Российской Федерации, местных бюджетов.

Литература

1. Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».- М., 2009.
2. Дубинский М. Ю. Энергоэффективность металлургической промышленности России (анализ и предложения). 2-я международная конференция «Автоматизированные печные агрегаты и энергосберегающие технологии в металлургии». МИСиС.- М., 2012.-274 с. – ISBN 5-99753-359-6.
3. **Рекомендации** по организации учета тепловой энергии и теплоносителей на предприятиях, в учреждениях и организациях жилищно-коммунального хозяйства и бюджетной сферы, Госстрой России 11.10.99; М.: АНО «СПРИНТ», 1999. -311 с.
4. Энергоаудит промышленных и коммунальных предприятий. Учебное пособие. Б.П.Варнавский, А.И.Колесников, М.Н.Федоров; М.: Изд-во АСЭМ, 2009. -301 с. – ISBN 5-95791-459-6.
5. Федеральный закон от 7 декабря 2007 г. № 315-ФЗ «О саморегулируемых организациях». – М., 2007.
6. Устав, Положения и Стандарты СПО НП «Союз энергоаудиторов». – М., 2010. -210 с. – ISBN 5-65432-579-5.
7. Федеральный закон от 24.07.2002 N 102-ФЗ (ред. от 21.11.2011) "О третейских судах в Российской Федерации».

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3.

Тема практического занятия: Основные этапы энергетического обследования

Задачи практического занятия: *освоение алгоритма проведения энергетического обследования, выделены наиболее важные этапы; определение мероприятий и работ, выполняемых на каждом из этапов и их результат.*

3.1. Преддоговорный этап

В комплексе работ по проведению энергоаудита независимо от специфики обследуемого объекта можно выделить ряд общих наиболее важных этапов.

Преддоговорной этап занимает временной интервал от объявления тендера до начала работ по договору. В это время выполняются следующие мероприятия:

- заказчик проводит конкурсную процедуру по выбору организации осуществляющей проведение энергетического обследования (энергоаудитора);
- оформляется трехсторонний договор на проведения энергоаудита, в котором СРО выступает в качестве гаранта оказания исполнителем качественных услуг в соответствии с требованиями законодательства РФ, внутренних документов СРО, договора и технического задания;
- энергоаудитор оформляет договор с экспертной организацией, являющейся членом данного СРО, о контроле качества оказанных услуг и подготовленной документации по итогам энергоаудита.

Рекомендуемая продолжительность преддоговорного этапа составляет 2-3 месяца. Однако при планировании годового бюджета в крупных организациях и в органах власти нередко забывают, как о значительной продолжительности преддоговорного этапа, так и самого обследования в целом. Бывает, что бюджет утверждается в марте, до конца мая проходит тендер и лишь к сентябрю, подписывается договор, при этом по условиям финансирования все работы должны быть завершены в текущем году.

3.2. Энергетическое обследование первого уровня

Целью этого этапа является предварительная оценка потенциала энергосбережения обследуемого предприятия или организации на основе анализа структуры и объёма энергозатрат и энергопользования. Для достижения цели решаются следующие задачи:

- на основе документального обследования выявляется доля энергозатрат в суммарных затратах объекта энергоаудита и проводится анализ динамики её изменения за последние четыре года;
- проводится изучение структуры энергозатрат и структуры энергоиспользования;
- определяются участки нерационального расходования энергоресурсов;
- определяются направления реализации энергосберегающих проектов.

Решение этих задач требует, во-первых, налаживания контакта со специалистами энергетической службы обследуемого объекта. С их помощью необходимо детально ознакомиться с особенностями объекта (со структурой, технологическими процессами, с наиболее энергоёмким оборудованием и т.п.), а также провести сбор первичной полезной для энергетического обследования информации. Источниками первичной информации являются:

- интервью и анкетирование руководства и технического персонала;
- схемы энергоснабжения и учета энергоресурсов;
- отчетная документация по коммерческому и техническому учету энергоресурсов;
- счета от поставщиков энергоресурсов;
- суточные, недельные и месячные графики нагрузки;
- данные по объему произведенной продукции, ценам и тарифам;
- техническая документация на технологическое и вспомогательное оборудование (технологические системы, спецификации, режимные карты, регламенты и т. д.);
- отчетная документация по ремонтным, наладочным, испытательным и энергосберегающим мероприятиям;
- перспективные программы, ТЭО, проектная документация на любые технологические и организационные усовершенствования, утвержденные планом развития обследуемого предприятия или организации.

Информация, полученная из этих источников, должна быть проанализирована и стать основанием для отчета по первому уровню энергетического обследования, а в дальнейшем и для формирования энергетического паспорта объекта обследования. В состав отчёта по этапу должны войти:

- общие сведения о предприятии;
- фактические отчетные данные по потреблению энергоресурсов и выпуску продукции в текущем и базовом году (по месяцам);
- перечень основного энерготехнологического оборудования;

- технические и энергетические характеристики установок;
- технико-экономические характеристики энергоносителей, используемых на предприятии или организации;
- сведения о подстанциях, источниках тепло- и водоснабжения, сжатого воздуха, топливоснабжения.

Рекомендуемая продолжительность второго этапа 1-3 месяца. Результаты работы по этому этапу: предварительная оценка потенциала энергосбережения и предложения по выбору направлений работы на следующем этапе, т.е. при так называемом «углубленном обследовании второго уровня».

3.3. Энергетическое обследование второго уровня (углублённое энергетическое обследование)

Целями энергетического обследования второго уровня являются: анализ распределение потребления каждого энергоресурса по основным потребителям (разработка энергетических балансов) и разработка мероприятий по снижению потребления энергоресурсов. На основании анализа баланса потребления энергии производится оценка фактического состояния энергоиспользования, выявляются причины и объёмы потерь энергоресурсов; определяются рациональные размеры потребления энергоресурсов в производственных процессах и установках; формулируются требования к совершенствованию системы учета и контроля за потреблением различных видов энергоресурсов.

Для достижения поставленных целей необходимо решить следующие задачи:

- * составить схемы потребления энергетических ресурсов и технологических процессов;
- * составить список основных потребителей энергии;
- * провести измерения и расчеты потребления энергии каждого основных потребителей энергии;
- * провести анализ работы основных потребителей.

Решение этих задач требует изучения и анализа входных и выходных энергетических потоков технологических процессов предприятия; потоков сырья, полуфабрикатов и готовой продукции; потоков потерь и отходов. Для этого необходимы следующие данные:

- о годовом и ежемесячном выпуске основной и дополнительной продукции и услуг за предыдущий и текущий год;
- о годовом и ежемесячное потребление и расход энергоресурсов;

- удельные нормы на выпуск единицы продукции и слуг;
- фонд рабочего времени, сменность;
- параметры источников теплоснабжения, электроснабжения, водоснабжения, газоснабжения, сжатого воздуха;
- схемы систем тепло-, водо-, газо-, электро- и воздуховоснабжения предприятия и отдельных подразделений;
- показатели энергопотребления в существующих формах статистической и внутризаводской отчетности;
- данные о мероприятиях по повышению эффективности энергоиспользования и об их выполнении за последние 1–2 года;
- данные о состоянии учета и нормирования расхода тепловой и электрической энергии;
- паспортные данные на энергоёмкое оборудование и вентиляционные системы;
- данные о выходе вторичных энергоресурсов и об их использовании, в том числе низкопотенциальных.

Схему технологического процесса рекомендуется представить диаграммой, показывающей основные этапы, через которые последовательно проходят материалы от первоначального состояния до готовой продукции. На схеме должны быть показаны места подачи и использования энергоресурсов, отмечены переработка материалов, утилизация отходов в технологическом процессе.

Неотъемлемой частью энергетического обследования второго уровня является инструментальное энергетическое обследование, восполняющее данные, которые или не могут быть получены при документальном обследовании, или вызывают сомнения в их достоверности. Проведению инструментального энергетического обследования посвящена отдельная глава настоящей работы. Инструментальное обследование необходимо как для уточнения энергетического баланса, так и для разработки мероприятий по снижению потребления энергоресурсов, т.е. для достижения наиболее важных целей рассматриваемого этапа энергоаудита. Энергосберегающие рекомендации (мероприятия) разрабатываются путем применения типовых методов энергосбережения к выявленным на этапе анализа объектам с наиболее расточительным или неэффективным использованием энергоресурсов. При разработке рекомендаций необходимо:

- определить техническую суть предлагаемого усовершенствования и принцип получения экономии;
- рассчитать потенциальную годовую экономию в физическом и денежном выражении;

- определить состав оборудования, необходимого для реализации рекомендации, его стоимость, основываясь на мировой цене аналогов, стоимость доставки, установки и ввода в эксплуатацию;
- рассмотреть все возможности снижения затрат, например изготовление или монтаж оборудования силами самого предприятия;
- выявить возможные побочные эффекты от внедрения рекомендаций, влияющие на реальную экономическую эффективность;
- оценить общий экономический эффект предлагаемых рекомендаций.

При наличии взаимозависимых рекомендаций рассчитывается, как минимум, два показателя экономической эффективности: эффект при выполнении только данной рекомендации; эффект при условии выполнения всех предлагаемых рекомендаций. Для оценки экономического эффекта достаточно использовать простой срок окупаемости. По требованию заказчика (обследуемого предприятия) и при наличии плана финансирования энергосберегающего проекта допускается применение более сложных методов оценки экономической эффективности проектов.

После оценки экономической эффективности все рекомендации классифицируются по трем категориям:

- беззатратные и низкзатратные - осуществляемые в порядке текущей деятельности предприятия;
- среднезатратные - осуществляемые, как правило, за счет собственных средств предприятия;
- высокзатратные - требующие дополнительных инвестиций, осуществляемые, как правило, с привлечением заемных средств.

В заключении все энергосберегающие рекомендации сводятся в одну таблицу, в которой они располагаются по трем категориям, перечисленным выше. В каждой из категорий рекомендации располагаются в порядке понижения их экономической эффективности. Такой порядок рекомендаций соответствует наиболее оптимальной очередности их выполнения. Рекомендуемая продолжительность третьего этапа энергоаудита 2-4 месяца.

3.4. Этап оформления и согласования результатов энергетического обследования

По результатам обязательного обследования или добровольного энергетического обследования составляется энергетический паспорт [14], который в соответствии со ст. 15 Федерального закона № 261-ФЗ, должен содержать информацию:

- об оснащении приборами учета используемых энергетических ресурсов;

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

Правила по оформлению энергетического паспорта разрабатываются саморегулируемыми организациями в сфере энергоаудита на основе требований, установленных Приказом Минэнерго России от 19.04.2010 №182. Согласованный с заказчиком энергетический паспорт направляется в СРО, членом которой является энергоаудитор, на экспертизу. Далее экспертная организация предоставляет СРО «Заключение о качестве оказанных услуг и документов по итогам проведенного энергетического обследования, направляемых Заказчику». На основании положительного экспертного заключения СРО вносит номер энергопаспорта объекта (предприятия) в реестр энергетических паспортов. Энергоаудитор передает Заказчику документацию по итогам проведенного энергетического обследования. Рекомендуемая продолжительность этапа оформления и согласования 1-2 месяца.

Ежеквартально СРО направляет в Минэнерго России заверенные электронной подписью копии энергетических паспортов, составленных членами этой саморегулируемой организации по результатам проведенных ими за указанный период обязательных энергетических обследований.

Проведение повторного энергоаудита целесообразно для мониторинга внедрения энергосберегающих мероприятий предусмотренных программой в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

С учётом вышеизложенного алгоритм проведения энергетического обследования может быть представлен блок-схемой на рис. 3.1.

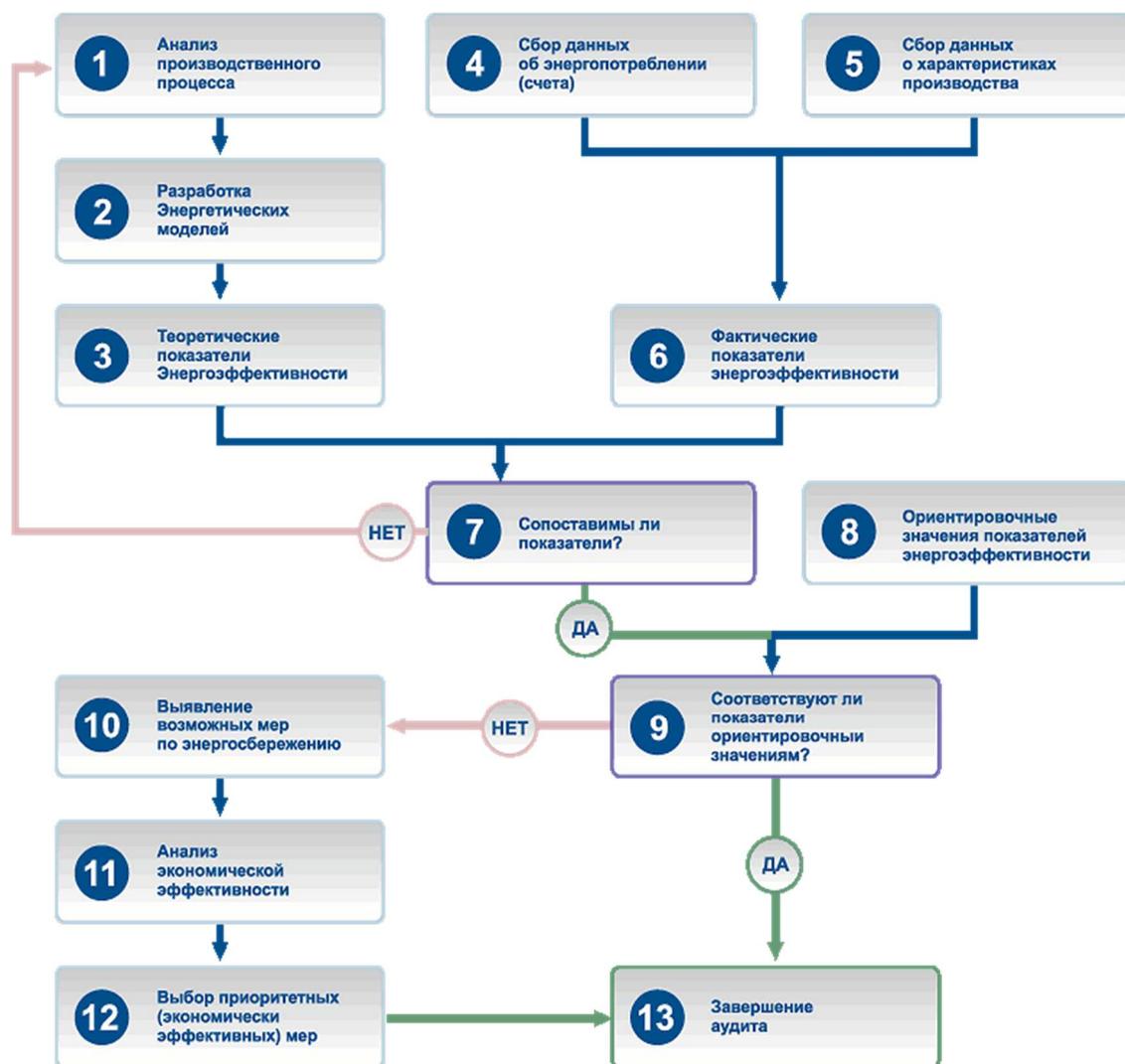


Рис. 3.1. Блок- схема алгоритма проведения энергетического обследования

Ключевые термины:

Преддоговорной этап энергетического обследования – этап, занимающий временной интервал от объявления тендера до начала работ по договору.

Энергетическое обследование первого уровня – этап оценки потенциала энергосбережения обследуемого предприятия или организации на основе анализа структуры и объема энергозатрат и энергопользования.

Энергетическое обследование второго уровня - этап анализа потребления каждого энергоресурса и разработки мероприятий по снижению потребления энергоресурсов.

Заключительный этап энергетического обследования - этап оформления и согласования результатов энергетического обследования.

Краткие итоги практического занятия:

1. В комплексе работ по проведению энергоаудита независимо от специфики обследуемого объекта можно выделить ряд общих наиболее важных этапов: преддоговорной, этап оценки потенциала энергосбережения обследуемого предприятия или организации на основе анализа структуры и объёма энергозатрат и энергопользования, этап анализа потребления каждого энергоресурса и разработки мероприятий по снижению потребления энергоресурсов и этап оформления и согласования результатов энергетического обследования
2. Документальное обследование направлено на выявление доли энергозатрат в суммарных затратах объекта энергоаудита и на анализ динамики её изменения за последние четыре года для оценки эффективности энергоиспользования.
3. Инструментальное энергетическое обследование применяется для восполнения информации, которая необходима для оценки эффективности энергоиспользования, но не может быть получена из документов или вызывает сомнение в достоверности.

Литература

1. Андрижиевский А.А., Володин В.И. Энергосбережение и энергетический менеджмент: учеб. пособие. - М.: Высш.шк., 2005. – 294 с. – ISBN 5-9485-379-7.
2. Приказ Министерства Энергетики РФ № 182 от 19 апреля 2010 г. «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», - М., 2010.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 4.

Тема практического занятия: Вопросы ценообразования энергетического обследования и экономическая эффективность инвестиций в энергосберегающие мероприятия .

Задачи практического занятия: *приобретение навыков анализа наиболее распространённых подходов к определению стоимости энергетического*

обследования; изучение методик пример стоимости трудозатрат при проведении энергоаудита.

4.1. Принципы определения стоимости энергетического обследования

Материал предыдущей лекции позволяет составить представление о трудоёмкости энергетического обследования, которая, главным образом, и должна определять стоимость качественно проведённого энергоаудита. Действующие правила проведения энергетических обследований называют только источники финансирования работ: за счет средств федерального или местного бюджетов; за счёт внебюджетных источников; за счет собственных средств. Государственных тарифов или ставок на данные услуги сегодня не существует. В большой степени из-за этого вопрос ценообразования можно отнести к ключевым в современной практике энергоаудита. Сегодня применяются различные подходы к определению цены энергоаудита. К числу наиболее объективных, на наш взгляд, относятся следующие:

- **нормативный** - на основе территориальных ценников и прейскурантов с повышающими коэффициентами;
- **ресурсный** - на основе годовой стоимости затрат предприятия на энергоресурсы (т.е. как фиксированной доли, выраженной в процентах);
- **оценочный** - на основе оценки суммарного ожидаемого экономического эффекта от реализации энергосберегающих мероприятий по итогам энергетического обследования;
- **затратный** - на основе оценки стоимости трудозатрат и с учётом амортизации приборного парка для инструментального обследования и приемлемой нормы прибыли.

При использовании любого из этих подходов прозрачно обосновать предлагаемую цену на проведение энергетического обследования энергоаудитору, как правило, очень сложно в силу целого ряда причин. Зачастую, предлагая цену на энергетическое обследование того или иного объекта, энергоаудитор имеет о нём лишь очень общие и крайне скудные сведения: общие значения объёмов потребления топливно-энергетических ресурсов; количество зданий и сооружений; состав основного оборудования и его общее количество. Эти сведения не позволяют с достаточной степенью достоверности оценить затраты времени, сил и средств по предстоящему энергетическому обследованию. Эта ситуация усугубляется тем, что энергоаудитору необходимо объявить свою цену накануне проведения тендера, когда ещё не определены условия будущего договора и технического

задания к нему [1]. Тем не менее, каждый из подходов имеет рациональное зерно, поэтому рассмотрим их подробнее.

Для всех было бы гораздо проще, если бы определение цены происходило на основе общепринятых прейскурантов или ценников. Вообще–то, такие документы есть. Например, ещё в 1998 году Правительством Москвы утверждён ценник, который был разработан Московским агентством по энергосбережению. Это, на наш взгляд, грамотно составленный и очень полезный документ. Однако его широкому применению в настоящее время препятствует ряд факторов. Во-первых, то, что он несколько устарел. За прошедшие годы произошли изменения в законодательной и нормативной базе. Во-вторых, его сферой является обследование объектов коммунального хозяйства. Обосновать с его помощью затраты на обследование, например, промышленных предприятий очень сложно, а ведь именно в энергоёмких технологических процессах обнаруживается основной потенциал энергосбережения в промышленности и на объектах добывающей отрасли. В-третьих, для применения ценника необходимо периодически оплачивать организации-разработчику услуги по определению и утверждению пересчётных коэффициентов в текущие цены. Кроме того, его использование затруднено тем, что при обосновании стоимости энергетического обследования необходимо знать детальные подробности об объекте обследования, вплоть до количества форсунок котлов, а также необходимо спрогнозировать объём отчётной документации по энергоаудиту, вплоть до количества листов текста, таблиц и графиков. Безусловно, кроме вышеназванного ценника есть и другие документы, часто упоминаемые в различных публикациях и дискуссиях по ценообразованию энергоаудита. Анализ показывает, что их действительно нужно знать и применять, например, для аргументации своей точки зрения на переговорах по ценовым вопросам. Однако они не могут быть основанием для составления сметы энергоаудита ни по существу, ни по структуре этого документа.

Многие энергоаудиторы применяют второй, ресурсный, подход, при котором стоимость энергетического обследования определяется на основе объёма и стоимости потребляемых топливно-энергетических ресурсов организации, мощности энергетического комплекса предприятия. Например, Владимирское НПО «Техкранэнерго» предварительную оценку проводит по данным заполненного опросного листа, содержащего такую информацию (см. Приложение). Опросный лист можно скачать на сайте «Техкранэнерго» [2]. Сравнение реальной стоимости договоров с затратами промышленных предприятий на энергоресурсы позволяет выявить определенные закономерности. Например, по результатам анализа многочисленных обследований предприятий 12 отраслей промышленности, проведенных фирмой «Интехэнерго М»,

установлено, что для малых и средних по численности и количеству потребляемых энергоресурсов предприятий стоимость энергоаудита составляет до 1% от годовых затрат предприятия на энергоресурсы. Для более крупных предприятий это значение составляет 0,2–0,5%.

В основе третьего подхода к определению стоимости энергоаудита лежат идентификация типа предприятия и визуальное обследование его энергоемких подразделений и производств [3]. На этой базе производится оценка суммарного ожидаемого экономического эффекта от реализации энергосберегающих мероприятий по итогам энергетического обследования и вычисляется стоимость энергоаудита, которая обычно составляет от 0,5 до 1,5% от годового экономического эффекта. Такой подход позволяет ориентировочно оценивать и предлагать примерную стоимость работ по энергоаудиту.

4.2. Пример расчёта стоимости энергетического обследования

Для уточнения стоимости, по-нашему мнению, целесообразно применять четвёртый подход, широко применяемый для инжиниринговых услуг путём оценки стоимости трудозатрат на выполнение работ (источник: e-audit.ru, Ланцов А.В.). В отличие от промышленного производства, где основной составляющей расходов, зачастую, являются расходы на сырьё, в энергоаудите самое ценное и затратное — специалисты. Для того, чтобы у энергоаудитора были специалисты, а для выполнения таких работ нужны высококлассные специалисты, их труд необходимо справедливо и своевременно оплачивать. Для примера, обозначим месячную зарплату как ЗП и выберем её сумму 30 000 руб. Теоретически, за счёт различных отчислений, объём средств, доступных для оплаты труда специалистов, может составить не более трети от доходов средней Российской компании (обозначим это как $p = 1 / 3$). Минимальная продолжительность работ по обследованию промышленного предприятия, как это описано в предыдущем разделе, составляет 4 месяца (обозначим её как $t = 4$). Минимально необходимое количество специалистов для проведения такого обследования — 3 человека (обозначим их как $n = 3$). Таким образом, оценить минимальные затраты непосредственно на проведение энергетического обследования, можно из следующего соотношения

$$З = ЗП \cdot t \cdot n / p = 30\,000 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 3 = 1\,080\,000 \text{ руб.}$$

Второй серьёзной составляющей затрат являются командировочные расходы, которые по размеру сопоставимы с заработной платой специалистов (обозначим их как $k = 1,5$).

$$З = ЗП \cdot k \cdot t \cdot n / p = 30\,000 \cdot 1,5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 3 = 1\,620\,000 \text{ руб.}$$

Причём, как показано в предыдущем разделе, четыре месяца занимает обследование небольшого предприятия. Три человека, это действительно, минимум для работоспособной группы специалистов, занятых на одном объекте, ну, и размер оплаты труда специалистов такого уровня, принятый выше, не велик.

Следует заметить, что это только затраты энергоаудитора, причём только основная их часть. Кроме того, у энергоаудиторов есть ещё очень большое число разнообразных статей расходов, начиная от аренды помещений и затрат на содержание специализированного приборного обеспечения, заканчивая затратами на расходные материалы, — бумагу, например, а из самых неприятных затрат, это оплата «услуг» различных контролирующих организаций. Правда, все эти затраты текущие и в меньшей степени влияют на стоимость конкретного договора по энергоаудиту.

Безусловный интерес представляет сравнение результатов применения различных подходов к определению цены энергетического обследования. По данным аналитиков СРО НП «АВОК» и «Союз энергоаудиторов» оценка стоимости работ по углубленному обследованию и разработке энергетического паспорта членами СРО в 2010 г. в среднем для объектов с потреблением энергоресурсов порядка 1млн. т. у. т. составила:

- на основе первого подхода (по ценнику Московского правительства) – 4 млн. руб.;
- на основе второго подхода – 3 млн. руб.;
- на основе третьего подхода – 2 млн. руб.;
- на основе четвёртого подхода – 1,6 млн. руб.;
- окончательная цена по подписанным договорам – 2,6 млн. руб.

Для объектов с потреблением энергоресурсов порядка 1,5 млн. т. у. т. :

- на основе первого подхода 5 млн. руб.;
- на основе второго подхода – 4,5 млн. руб.;
- на основе третьего подхода – 4,5 млн. руб.;
- окончательная цена по подписанным договорам – 3,5 млн. руб.

Для объектов с потреблением энергоресурсов порядка 3,0 млн. т. у. т. :

- на основе первого подхода 6 млн. руб.;
- на основе второго подхода – 9 млн. руб.;
- на основе третьего подхода – 5,5 млн. руб.;
- окончательная цена по подписанным договорам – 5,5 млн. руб.

Таким образом, энергетическое обследование, на настоящий момент, не может быть дешёвым мероприятием.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 5.

Тема практического занятия: Эффективность инвестиций в энергосберегающие мероприятия по результатам энергетического обследования

Задачи практического занятия: *приобретение навыков анализа экономической эффективности инвестиций в энергосберегающие мероприятия трёх наиболее важных категорий: устранение потерь в общезаводских системах энергообеспечения; утилизация потерь в технологических процессах; энергосберегающие мероприятия, требующие модернизации технологических процессов и оборудования.*

Безусловно, косвенное влияние на стоимость энергетического обследования оказывает эффективность инвестиций в энергосберегающие программы, формируемые по его итогам. Энергоаудит, как инструмент снижения затрат предприятия, должен окупаться, а это значит, что его цена не должна превышать стоимость предмета обследования. Тем не менее, и такое случается. В рекомендациях специалистов Томского регионального центра управления энергосбережением указывается, что расходы, необходимые для обследования, должны покрываться экономией энергоресурсов и финансовых средств, затрачиваемых на приобретение энергоресурсов [4]. По представленным данным следует, что экономическая эффективность обследования составляет величину порядка 2–4 руб. на 1 руб. вложений, а энергетическая эффективность, соответственно, 3–6% от потребляемых ресурсов. Причем, чем больше на предприятии технологического топливо- и теплопотребляющего оборудования, тем выше эффективность снижения энергозатрат.

Анализ ситуации на ряде разноплановых предприятий показывает, что можно выделить три группы энергосберегающих мероприятий, обычно рекомендуемых энергоаудиторами: устранение потерь в общезаводских системах энергообеспечения; утилизация потерь в технологических процессах; энергосберегающие мероприятия, требующие модернизации технологических процессов и оборудования. Возможности экономии энергоресурсов по каждой группе соизмеримы, однако эффективность инвестиций в энергосберегающие мероприятия различна. Мероприятий первой группы носят в основном организационно-технический характер и требуют минимальных затрат, т.к. их проведение, как правило, возможно силами самого предприятия. Утилизация потерь в технологических процессах требует более серьезных затрат, сроки окупаемости инвестиций составляют 1-2 года. Наиболее капиталоемки мероприятия, требующие

модернизации технологических процессов и оборудования. Сроки окупаемости инвестиций колеблются от 1.5-2 лет до 4-5 лет. Качественная, усредненная картина эффективности инвестиций в энергосберегающие программы по итогам энергетического обследования представлена на рис. 3.2. На начальном этапе работ по повышению энергоэффективности основные усилия энергоаудиторов должны быть направлены на определение источников потерь в общезаводских системах и разработку программ первоочередных организационно-технических мероприятий с минимальными затратами и максимальной эффективностью инвестиций. Предложения по реализации потенциала энергосбережения во второй и третьей группах на этом этапе могут носить концептуальный характер и являться предметом перспективной программы и стратегии дальнейшей деятельности учреждения и энергоаудиторской компании [5].



Рис. 3.2. Эффективность инвестиций в энергосберегающие мероприятия

В табл. 3.1 представлен типовой ряд энергосберегающих проектов и ориентировочные значения годового экономического эффекта от их внедрения (данные СРО НП «Союз энергоаудиторов»):

Таблица 3.1

Системы электроснабжения

№ п/п	Наименование мероприятия	Относительные значения годовой экономии
1	Поддержание номинальных значений напряжения в сетях	1-1,5% на 1 % снижения напряжения со значений выше $U_{ном}$
2	Увеличение коэффициентов загрузки электроприемников и ограничение их холостого хода	10-30% от потребляемой ими электроэнергии
3	Оснащение систем электроснабжения системами мониторинга	10-20% от потребляемой электроэнергии
4	Перевод трансформаторов на экономичные режимы, соответствующие нагрузке 40-70% от номинальной мощности трансформаторов	Определяется типами, количеством и мощностью трансформаторов
5	Повышения коэффициента мощности сети за счет: - правильного выбора электродвигателей по мощности и типу; - перевода синхронных двигателей на работу с допустимым током перевозбуждения; - установка и рациональное размещения автоматических компенсаторов неактивных составляющих мощности.	Определяется типами, количеством и мощностью потребителей электроэнергии
6	Замена электромашинных преобразователей электроэнергии на полупроводниковые	До 20 % от преобразованной электроэнергии
7	Блокировка работы вспомогательных механизмов в зависимости от работы основных агрегатов позволяет получить дополнительную экономию электроэнергии.	Определяется типами, количеством и мощностью вспомогательных механизмов
8	Своевременные поверка и ремонт приборов учета электроэнергии.	
9	Оптимизация режимов электросварки:	Определяется

	<ul style="list-style-type: none"> - правильный выбор значений силы сварочного тока; - правильный выбор проводников вторичного контура и минимизация их протяженности; - запрещение применения сварочных аппаратов для резки металлов; - отключение сварочных аппаратов от сети при перерывах в работе. 	типами, количеством и мощностью сварочного оборудования
10	Применение частотно-регулируемых приводов для насосов, вентиляторов и компрессоров	До 20 % от потребляемой ими электроэнергии
Системы освещения		
1	Замена ламп накаливания газоразрядными типа ДРЛ, ДРИ, люминесцентными сокращает расход электроэнергии в 2,5—3 раза для получения той же освещенности	60-66 от потребления заменяемыми лампами накаливания
2	Переход на светильники с эффективными разрядными лампами	20-80
	- использование энергоэкономичных ЛЛ	10-15
	- использование КЛЛ (при прямой замене ЛН)	75-80 40-60
	- замена ЛН на ЛЛ	40-54
	- замена ЛН на МГЛ	54-65
	- замена ЛН на НЛВД	57-71
	- замена ЛЛ на МГЛ	20-23
	- замена ДРЛ на МГЛ	30-40
	- переход от ламп ДРЛ на лампы ДнаТ	50
	- замена ДРЛ на НЛВД	38-50
	- улучшение стабильности характеристик ламп (снижение коэффициента запаса (ОУ))	20-30
	- электромагнитных ПРА с пониженными потерями для ЛЛ повышает светотдачу комплекта на 6-26 %	30-40
	- применение электронных ПРА повышает светотдачу комплекта на 14-55 %	70

3	Применение комбинированного (общего + локального) позволяет снизить интенсивность общего освещения.	20-65 (в зависимости от размеров вспомогательной площади)
4	Применение световых приборов нужного конструктивного исполнения с повышенным эксплуатационным КПД – снижение коэффициента запаса (на 0,2-0,35)	25-45
5	Автоматическое поддержание заданного уровня освещённости с помощью частотных регуляторов питания люминесцентных ламп.	до 25-30
Системы теплоснабжения и теплопотребляющие установки		
1	Децентрализация системы теплоснабжения с применением блочно-модульных котельных.	
2	Перевод системы отопления на дежурный режим в нерабочее время, праздничные и выходные дни.	10-15
3	Внедрение пофасадного регулирования системы отопления	2-3
4	Установка регуляторов температуры теплоносителя на отопление	около 15
5	Установка теплоотражателя, представляющего собой теплоизоляционную прокладку с отражающим слоем между отопительным прибором и стенкой	2-3
6	Установка конденсатоотводчиков увеличивает КПД пароиспользующего оборудования, за счет уменьшения доли, пролетного пара.	5-10
7	Тепло вторичных энергоресурсов в т.ч. непрерывной продувки котлов и выпара из деаэратора можно использовать для нужд низкопотенциальных тепловых процессов: отопления вентиляции, горячего водоснабжения, получения холода	
8	Замена трубчатых теплообменников на пластинчатые и использование энергоэффективных радиаторов.	5-10
9	Использование пара вторичного вскипания в условиях открытых систем сбора конденсата	5-8
10	Использование вторичных энергоресурсов в горячей воде, сливаемой с охладительных устройств печей, теплообменных аппаратов, компрессоров и другого оборудования	3-5

11	Утилизация отработанного пара в поверхностных теплообменниках (при условии загрязнения конденсата), или в смешивающем подогревателе.	1-2
12	Установка в теплообменных аппаратах конденсатоотводчика, позволяющего работать без переохлаждения конденсата позволяет сократить расход пара на установку в 4-6 раз.	
13	Перевод отопительной системы, использующей в качестве теплоносителя пар на горячую воду.	20-30
14	Тепло вторичных энергоресурсов – отработанного пара молотов, паровых насосов, вулканизационного оборудования может быть использовано для нужд отопления, вентиляции, ГВС и получения холода.	

Системы горячего водоснабжения (ГВС)

1	Составление руководств по эксплуатации, управлению и обслуживанию систем ГВС и периодический контроль со стороны руководства учреждения за их выполнением	5-10 % от потребления горячей воды
2	Оснащение систем ГВС счетчиками расхода горячей воды	10-20 % от потребления горячей воды
3	Снижение потребления за счет оптимизации расходов и регулирования температуры	10-20 % от потребления горячей воды
4	Своевременное устранение утечек	5-10 % от потребления горячей воды
5	Установка рассекателей и автоматических вентилей	

Системы вентиляции

1	Замена устаревших вентиляторов на современные	20-30 %
2	Применение частотного регулирования скорости вращения	20-30 %
3	Регулирование подачи воздуходувок шиберами на всосе вместо регулирования на нагнетании	до 15 %
4	Регулирование вытяжной вентиляции шиберами на рабочих местах вместо регулирования на нагнетании	до 10 %
5	Отключение вентиляционных установок во время обеденных	10 - 50 %

	перерывов и в нерабочее время	
6	Применение блокировки индивидуальных вытяжных систем	20-30 %
7	Применение блокировки вентилятора воздушных завес с механизмами открывания дверей	до 70% от потребляемой ими электроэнергии
8	Систематическая очистка поверхностей нагрева калориферов	до 8-10 %
9	Применение устройств автоматического регулирования и управления вентиляционными установками в зависимости от температуры наружного воздуха	10-15 %
Системы кондиционирования		
1	Исключение перегрева и переохлаждения воздуха в помещении	до 5
2	Поддержание в рабочем состоянии регуляторов, поверхностей теплообменников и оборудования	2-5
Системы водоснабжения		
1	Установка счетчиков расхода воды	до 20 % от объема потребления воды
2	Ликвидация утечек и бесцельного расхода воды в водопроводных сетях у потребителей.	
3	Своевременный ремонт насосов, водо-запорной арматуры, кранов, сливных бачков.	
4	Проведение периодического испытания сетей на утечку воды.	
5	Внедрение оборотного водоснабжения снижает потребление свежей воды, позволяет получить экономию электрической энергии	до 15-20
6	Проверка и приведение параметров насосов в соответствие с характеристикой сети	
Системы воздухообмена		
1	Периодические измерения расхода сжатого воздуха на утечки. Измерения проводятся в нерабочее время, когда потребители сжатого воздуха не работают.	
2	Плановые ремонты воздухораспределительной сети, компрессоров, потребителей сжатого воздуха	

3	Установка самозапирающихся клапанов	
4	Раздельная работа компрессоров на необходимые давления (при наличии пневмоприемников с различным давлением)	
5	Соблюдение экономичных режимов работы компрессоров в зависимости от потребности сжатого воздуха.	
Котельные		
1	Составление руководств и режимных карт эксплуатации и обслуживания оборудования и периодический контроль со стороны руководства учреждения за их выполнением	5-10 % от потребляемого топлива
2	Поддержание оптимального коэффициента избытка воздуха и хорошего смешивания его с топливом	1-3 %
3	Установка водяного поверхностного экономайзера за котлом	до 5-6 %
4	Применение установок глубокой утилизации тепла, установок использования скрытой теплоты парообразования уходящих дымовых газов (контактный теплообменник)	до 15 %
5	Повышение температуры питательной воды на входе в барабан котла	2 % на каждые 10 °С
6	Подогрев питательной воды в водяном экономайзере	1% на 6 °С
7	Содержание в чистоте наружных и внутренних поверхностей нагрева котла	до 10 %
8	Использование тепловыделений от котлов путем забора теплого воздуха из верхней зоны котельного зала и подачи его во всасывающую линию дутьевого вентилятора	1-2 %
9	Теплоизоляция наружных и внутренних поверхностей котлов и теплопроводов	до 10 %
10	Перевод котельных на газовое топливо	в 2-3 раза снижается стоимость 1 Гкал
11	Установка систем учета расходов топлива, электроэнергии, воды и отпуска тепла	до 20 %
12	Автоматизация управления работой котельной	до 30 %
13	Применение частотного привода для регулирования скорости вращения насосов, вентиляторов и дымососов	до 30 % от электропотребления

14	Применение вакуумных деаэраторов позволяет снизить температуру питательной воды с 104 до 65-70 °С.	5-15
15	Установка обдувочных агрегатов для очистки наружных поверхностей нагрева котлоагрегатов и котлов.	1,5-2
16	Установка утилизаторов тепла за топливоиспользующими агрегатами, включая контактные водонагреватели.	5-20
17	Наладка водно-химического режима работы котлов с целью предотвращения загрязнения внутренних поверхностей нагрева.	1,5-2
18	Замена газогорелочных устройств, не прошедших госиспытаний и не имеющих сертификатов, на современные высокоэффективные сертифицированные и с гарантированной экологической чистотой выбросов по СО и NOX.	5-10
19	Применение современных изоляционных материалов для обмуровки газоиспользующего оборудования.	1-3

Ключевые термины:

Нормативный подход к определению стоимости энергетического обследования – подход на основе территориальных ценников и прейскурантов с повышающими коэффициентами;

Ресурсный подход к определению стоимости энергетического обследования - подход на основе годовой стоимости затрат предприятия на энергоресурсы (т.е. как фиксированной доли, выраженной в процентах);

Оценочный подход к определению стоимости энергетического обследования - подход на основе оценки суммарного ожидаемого экономического эффекта от реализации энергосберегающих мероприятий по итогам энергетического обследования;

Затратный подход к определению стоимости энергетического обследования - подход на основе оценки стоимости трудозатрат и с учётом амортизации приборного парка для инструментального обследования и приемлемой нормы прибыли.

Краткие итоги практического занятия:

1. Действующие правила проведения энергетических обследований называют только источники финансирования работ: за счет средств федерального или местного бюджетов; за счёт внебюджетных источников; за счет собственных средств.

2. К числу наиболее объективных, на наш взгляд, относятся следующие:
- **нормативный** - на основе территориальных ценников и прейскурантов с повышающими коэффициентами;
 - **ресурсный** - на основе годовой стоимости затрат предприятия на энергоресурсы (т.е. как фиксированной доли, выраженной в процентах);
 - **оценочный** - на основе оценки суммарного ожидаемого экономического эффекта от реализации энергосберегающих мероприятий по итогам энергетического обследования;
 - **затратный** - на основе оценки стоимости трудозатрат и с учётом амортизации приборного парка для инструментального обследования и приемлемой нормы прибыли.
3. Анализ ситуации на ряде разноплановых предприятий показывает, что можно выделить три группы энергосберегающих мероприятий, обычно рекомендуемых энергоаудиторами: устранение потерь в общезаводских системах энергообеспечения; утилизация потерь в технологических процессах; энергосберегающие мероприятия, требующие модернизации технологических процессов и оборудования. Возможности экономии энергоресурсов по каждой группе соизмеримы, однако эффективность инвестиций в энергосберегающие мероприятия различна.

Литература

1. <http://www.techkranenergo.ru>.
2. А.И.Колесников, М.Н.Федоров, Ю.М.Варфоломеев. Энергосбережение в промышленных и коммунальных предприятиях. - М.: ИНФРА-М, 2005. -124 с. – ISBN 738-5-281-6253-1.
3. В.М. Фокин. Основы энергосбережения и энергоаудита. - М.: Издательство «Машиностроение -1», 2006. - 256 с. – ISBN 5-94275-279-6.
4. В.А. Зотов, Ю.Т. Трифионов. Региональный вектор энергосбережения. -Томск: Энергия. 2010. – 241 с. – ISBN 5-67275-769-8.
5. Руководство по оценке эффективности инвестиций в энергосберегающие мероприятия / А.Н. Дмитриев, И.Н. Ковалев, Ю.А. Табунщиков Ю.А., Н.В. Шилкин – М.: АВОК-ПРЕСС. 2005. -120 с. – ISBN 5-67783-428-8.

(Практические занятия 1-5)

ТЕСТ 1.1.

1. Что является законодательной основой современной государственной политики России в сфере энергоэффективности?
 - Постановления Правительства Р.Ф.
 - +Закон № 261-ФЗ
 - Указы Президента Р.Ф.
 - Государственные стандарты в этой сфере.

2. Когда был введён в действие Закон № 261-ФЗ?
 - Пока только принят Гос. Думой в первом чтении.
 - 01.01.2001 г.
 - +23.11.2009 г.
 - 14.06. 2010 г.

3. Каков предмет регулирования Закона № 261-ФЗ?
 - Закон регулирует отношения в сфере взаимных расчётов за энергоресурсы.
 - +Закон регулирует отношения по энергосбережению и повышению энергетической эффективности.
 - Закон регулирует отношения при использовании альтернативных источников электроэнергии.
 - Закон регулирует отношения в сфере учёта затрат на энергоресурсы.

4. Что является целью закона №261-ФЗ?
 - +Создание правовых, экономических и организационных основ стимулирования энергосбережения и повышения энергетической эффективности.
 - Повышение энергоэффективности экономики Р.Ф.
 - Снижение доли энергоресурсов в себестоимости продукции.
 - Препятствование расхищению энергоресурсов.

5. В каких статьях Закона № 261-ФЗ сформулированы ключевые положения новой государственной политики в области проведения энергетических обследований?

- Такие статьи отсутствуют.
 - +Статьи 15 – 18.
 - Статьи первой главы Закона.
 - Пять заключительных статей.
6. Что из нижеперечисленного является обязательным для субъектов энергетического обследования?
- +Членство в саморегулируемых организациях в области проведения энергетического обследования.
 - Наличие высшего образования.
 - Стаж работы в энергетике не менее 5 лет.
 - Наличие лицензии.
7. На чём базируется затратный подход к оценке стоимости энергоаудита?
- На основе территориальных ценников и прейскурантов с повышающими коэффициентами;
 - На основе годовой стоимости затрат предприятия на энергоресурсы (т.е. как фиксированной доли, выраженной в процентах);
 - На основе оценки суммарного ожидаемого экономического эффекта от реализации энергосберегающих мероприятий по итогам энергетического обследования;
 - +На основе оценки стоимости трудозатрат и с учётом амортизации приборного парка для инструментального обследования и приемлемой нормы прибыли.

ТЕСТ 1.2.

1. Когда был введён в действие Закон № 315-ФЗ?
- Пока только принят Гос. Думой в первом чтении.
 - 01.12.2007 г.
 - +23.11.2009 г.
 - 14.06. 2010 г.
2. Каково минимальное количество субъектов профессиональной деятельности должно быть объединено для создания СРО в соответствии с Законом?
- Это Законом не регламентируется.

- Не менее 100.
- +Не менее 25.
- Устанавливается Уставом СРО.

3. Каково содержание понятия «энергетическое обследование»?

- Анализ энергоэффективности.
- Выявление перерасхода энергетических ресурсов.
- +Сбор и обработка информации об использовании энергетических ресурсов.
- Расчёт потребностей в энергоресурсах.

4. Что из нижеприведённого не соответствует понятию «энергетический ресурс»?

- +Носитель, энергия которого используется или может быть использована при осуществлении хозяйственной и иной деятельности.
- Физическая величина.
- Вид энергии.
- Вид топлива.

5. Что обозначается термином «энергетическая эффективность»?

- То же самое, что и к.п.д.
- +Характеристики, отражающие отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов.
- Коэффициент мощности.
- Доля затрат на энергетические ресурсы в себестоимости продукции.

6. Что обозначается термином «класс энергетической эффективности»?

- +Характеристика продукции, отражающая её энергетическую эффективность.
- Характеристика продукции, отражающая её коэффициент мощности.
- Характеристика продукции, отражающая долю затрат на энергетические ресурсы в её себестоимости.
- Показатель надёжности.

7. Какие из нижеперечисленных лиц в соответствии с Федеральным законом N 261-ФЗ не являются объектами обязательного энергетического обследования?

- Органы государственной власти, органы местного самоуправления, наделенные правами юридических лиц.
- Организации с участием государства или муниципального образования.
- Организации, осуществляющие регулируемые виды деятельности.
- +Организации, совокупные затраты которых на потребление природного газа, дизельного и иного топлива, мазута, тепловой энергии, угля, электрической энергии не превышают десять миллионов рублей за календарный год.

8. Кто осуществляет контроль за деятельностью СРО в сфере энергоаудита?

- Региональные органы власти.
- Государственная дума.
- Совет Федерации.
- +Минэнерго России.

ТЕСТ 1.3.

1. Какой временной интервал отводится на преддоговорной этап энергетического обследования?

- +От объявления тендера до начала работ по договору.
- Два месяца.
- 30 дней.
- От даты издания приказа руководителя до начала работ по договору.

2. В каком качестве участвует СРО в трехстороннем договоре на проведение энергоаудита?

- СРО выступает в качестве соисполнителя.
- +СРО выступает в качестве гаранта оказания исполнителем качественных услуг.
- СРО выступает в качестве контролирующего органа.
- СРО выступает в качестве вышестоящей организации.

3. На какие категории классифицируются энергосберегающие мероприятия по стоимости их реализации?

- Требуемые и не требующие дополнительных инвестиций.
- +Беззатратные; низкзатратные; среднезатратные; высокзатратные.
- До 100 тыс. руб. и более 100 тыс. руб;
- Осуществляемые с привлечением заемных средств и без этого.

4. Что является законодательной базой, регулирующей отношения в связи с приобретением или прекращением статуса саморегулируемых организаций?

- Постановления Правительства Р.Ф.
- +Закон № 315-ФЗ
- Указы Президента Р.Ф.
- Государственные стандарты в этой сфере.

5. На чём базируется нормативный подход к оценке стоимости энергоаудита?

- +На основе территориальных ценников и прейскурантов с повышающими коэффициентами;
- На основе годовой стоимости затрат предприятия на энергоресурсы (т.е. как фиксированной доли, выраженной в процентах);
- На основе оценки суммарного ожидаемого экономического эффекта от реализации энергосберегающих мероприятий по итогам энергетического обследования;
- На основе оценки стоимости трудозатрат и с учётом амортизации приборного парка для инструментального обследования и приемлемой нормы прибыли.

6. На чём базируется затратный подход к оценке стоимости энергоаудита?

- На основе территориальных ценников и прейскурантов с повышающими коэффициентами;
- На основе годовой стоимости затрат предприятия на энергоресурсы (т.е. как фиксированной доли, выраженной в процентах);
- На основе оценки суммарного ожидаемого экономического эффекта от реализации энергосберегающих мероприятий по итогам энергетического обследования;
- +На основе оценки стоимости трудозатрат и с учётом амортизации приборного парка для инструментального обследования и приемлемой нормы прибыли.

7. Что является предметом регулирования Закона № 315-ФЗ?

- +Закон регулирует отношения, возникающие в связи с приобретением или прекращением статуса саморегулируемых организаций.
- Закон регулирует отношения по энергосбережению и повышению энергетической эффективности.
- Закон регулирует отношения при использовании альтернативных источников электроэнергии.
- Закон регулирует отношения в сфере учёта затрат на энергоресурсы.

8. На чём базируется ресурсный подход к оценке стоимости энергоаудита?

- На основе территориальных ценников и прейскурантов с повышающими коэффициентами;
- +На основе годовой стоимости затрат предприятия на энергоресурсы (т.е. как фиксированной доли, выраженной в процентах);
- На основе оценки суммарного ожидаемого экономического эффекта от реализации энергосберегающих мероприятий по итогам энергетического обследования;
- На основе оценки стоимости трудозатрат и с учётом амортизации приборного парка для инструментального обследования и приемлемой нормы прибыли.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 6.

Тема практического занятия: Инструментальное энергетическое обследование

Задачи практического занятия: *изучение назначения инструментального энергетического обследования, его целей и задач; классификации типов и видов измерений, проводимых в ходе инструментального энергетического обследования.*

6.1. Цели и задачи инструментального энергетического обследования

Как отмечалось в предыдущей лекции, в абсолютном большинстве случаев этап углублённого энергетического обследования предполагает использование специальных

технических средств для измерения физических величин или контроля параметров объектов энергоаудита. Такое энергетическое обследование называется инструментальным. Инструментальное энергетическое обследование применяется для восполнения отсутствующей информации, которая необходима для оценки эффективности энергоиспользования, но не может быть получена из документов или вызывает сомнение в достоверности [1].

Основными целями инструментального энергетического обследования являются:

- получение количественных данных об объеме используемых энергетических ресурсов;
- определение количественных показателей энергетической эффективности;
- определение количественных данных о потенциале энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Достижение вышеназванных целей предполагает решение следующих основных задач:

- кадровое обеспечение инструментального энергетического обследования;
- оснащение приборного парка инструментального энергетического обследования;
- информационное обеспечение инструментального энергетического обследования.

Одним из главных условий выполнения Федерального закона «Об энергосбережении...», в частности, его положений о проведении инструментального энергетического обследования, является **наличие квалифицированных специалистов** в области производства, передачи и распределения различных видов энергии. В нашей стране специалистов-энергетиков готовят три профильных энергетических вуза (Московский, Казанский и Ивановский) и ряд многопрофильных, к числу которых относится и Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых (ВлГУ). Однако выполнение инструментального энергетического обследования источников энергии или энергетических ресурсов, тепловых, газовых, электрических или иных распределительных сетей, а также бытовых и технологических потребителей требует от выпускников энергетических специальностей вузов дополнительных знаний. Их можно получить в ходе повышения квалификации в ряде учебно-методических центрах энергоаудита, один из которых работает в Институте повышения квалификации ВлГУ.

Велика роль **информационного обеспечения** инструментального энергетического обследования. Топливо-энергетический комплекс (ТЭК) региона или крупного города - специфическая сфера. Для неё характерны многоотраслевая и территориально-распределённая структура, большая продолжительность жизненного цикла, совместное

функционирование объектов различных видов деятельности, форм собственности и т.п. Осмысленная и целенаправленная политика проведения энергетического обследования на уровне региона или крупного города не мыслима без исчерпывающей и актуальной информации о состоянии ТЭК. В настоящее время основным источником сведений такого рода являются органы Федеральной службы государственной статистики. Их информации свойственны существенные недостатки: двойной учёт, противоречивость информации, неполнота охвата. Эти недостатки, на наш взгляд, целесообразно компенсировать созданием системы энергетического мониторинга. Мониторинг состояния ТЭК как системный взгляд на энергетику региона создаёт условия для комплексного планирования мероприятий по проведению энергетических обследований.

К числу важнейших задач, которые необходимо решить для достижения целей энергетического обследования, является качественное **оснащение приборного парка** инструментального энергетического обследования. Минимальный состав приборов портативной измерительной лаборатории энергоаудитора должен включать [2]:

- ультразвуковой расходомер жидкости, позволяющий проводить измерения скорости, расхода и количества жидкости, протекающей в трубопроводе без нарушения его целостности и снятия давления;
- электрохимический газоанализатор, определяющий содержание кислорода, окиси углерода, температуру продуктов сгорания;
- электроанализатор, измеряющий и регистрирующий токи и напряжения в 3-х фазах, активную и реактивную мощности, потребленную активную и реактивную электроэнергию;
- бесконтактный (инфракрасный) термометр;
- набор термометров с различными датчиками: воздушными, жидкостными (погружными), поверхностными (накладными, контактными и др.);
- люксметр;
- анемометр;
- гигрометр;
- накопитель данных для записи переменных сигналов.

По-нашему мнению, для расширения спектра объектов энергоаудита, например, для проведения энергетических обследований промышленных предприятий и электросетевых компаний, минимальный состав измерительной лаборатории целесообразно дополнить

рядом специализированных приборов. Этому будет посвящена одна из следующих лекций.

6.2. Типы и виды измерений при инструментальном энергетическом обследовании

Комплексное инструментальное обследование предполагает проведение широкого круга измерений, отличающихся по видам, методам, применяемым средствам, условиям проведения, целям проведения и ряду других параметров. В настоящее время только складывается классификация измерений инструментального энергетического обследования. Ведущую роль в этом процессе играют саморегулируемые организации (СРО) в сфере энергоаудита. В ряде таких организаций отсутствуют специалисты-метрологи. Видимо, в связи с этим возникают предложения, противоречащие сложившейся в теории измерений и закреплённой Государственным стандартом классификации измерений [3]. Так, СРО «НП «Союз энергоаудиторов», г. Москва, в «Правилах оснащения приборного парка» [2] предлагает следующую классификацию **по видам измерений** инструментального энергетического обследования:

- **однократные измерения** – измерения, при которых исследуется энергоэффективность отдельного объекта при работе в определенном режиме (КПД котла, режим работы насосов, вентиляторов, компрессоров и т. д.);
- **балансовые измерения** – измерения, которые применяются при составлении баланса распределения какого-либо энергоресурса отдельными потребителями, участками, подразделениями или предприятиями (организациями);
- **регистрация параметров** – определение зависимости какого-либо параметра от времени (снятие суточного графика нагрузки, определение температурной зависимости потребления тепла и т. д.)

Эта классификация, в общем, отражающая сущность измерений инструментального энергетического обследования, по терминологии не соответствует Государственному стандарту. В соответствии с ГОСТ [4] в зависимости от общих приёмов получения результатов измерения делятся на **следующие виды: прямые, косвенные, совокупные и совместные.**

К прямым относятся измерения, результат которых получается непосредственно из опытных данных, т.е. из показаний измерительных приборов, градуированных в установленных единицах измеряемых физических величин.

Косвенными называются измерения, при которых результат измерения находят на основании известной зависимости между измеряемой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям.

Совокупными называются измерения, при которых результат измерения находят путём решения системы уравнений, связывающих значения измеряемой величины и величин, подвергаемых прямым измерениям.

Совместные – это измерения, в результате которых определяются количественные зависимости между физическими величинами.

Таким образом, измерение КПД той или иной энергетической установки по виду следует отнести к косвенным измерениям, а не к однократным. Термины однократные и многократные в теории измерений применяются в другом контексте. Поясним это.

К числу основополагающих в теории измерений относятся два следующих **постулата измерений**:

1. Существует истинное значение измеряемой величины.
2. Экспериментально истинное значение определить невозможно.

Результат измерений даёт лишь определённую, но не исчерпывающую информацию об истинном значении, например, приближённое значение. Это связано с обязательным присутствием погрешностей измерений.

Для характеристики результата измерений применяют термин «**точность измерения**», под которым понимают качество измерения, отражающее близость результата измерений к истинному значению измеряемой величины [5]. Вот в зависимости от требуемой точности все указанные виды измерений можно производить **либо с однократными, либо с многократными наблюдениями**. В некоторых случаях при проведении инструментального энергетического обследования вполне достаточно знание приближённого значения измеряемой величины, полученного, например, по однократному наблюдению показаний измерительного прибора. В большинстве случаев инструментальное энергетическое обследование проводится при наличии ряда мешающих факторов, например, при воздействии промышленных помех для обеспечения требуемой точности целесообразно проведение измерений с многократными наблюдениями. Результаты таких измерений позволяют определить параметры диапазона значений, т.е. **доверительного интервала**, в котором с той или иной **доверительной вероятностью** находится истинное значение измеряемой величины [6].

Для классификации измерений инструментального энергетического обследования можно взять за основу классификацию, предложенную СРО «НП «Союз энергоаудиторов», однако наряду с термином «вид» в ней нецелесообразно использовать и термин «метод», т.к. в соответствии с общепринятой терминологией под методом измерений понимается **совокупность приёмов использования принципов и средств измерений** [3]. В измерительной технике различают **методы непосредственной оценки и методы сравнения**.

На наш взгляд, для классификации измерений инструментального энергетического обследования следует использовать термин «тип» и классифицировать измерения **по типам** следующим образом:

- **параметрические измерения** – измерения, при которых исследуется энергоэффективность отдельного объекта, характеризуемая тем или иным набором энергетических параметров при работе в определенном режиме;
- **балансовые измерения** – измерения, которые применяются при составлении баланса распределения какого-либо энергоресурса отдельными потребителями, участками, подразделениями или предприятиями (организациями);
- **интервальные измерения** – измерения, служащие для определения зависимости значений какого-либо энергетического параметра от времени в течение определённого временного интервала (например, определение суточного графика электрической нагрузки).

Перед проведением балансовых измерений необходимо иметь точную схему распределения энергоносителя, по которой должен быть составлен план проведения измерений, необходимых для сведения баланса. Для проведения балансовых измерений желательно иметь несколько измерительных приборов для одновременных измерений в различных точках. Рекомендуется использовать стационарные приборы, имеющиеся на предприятии, например, системы коммерческого и технического учета энергоресурсов. При отсутствии достаточного количества приборов обеспечивается установившийся режим работы всего оборудования, подключенного к распределительной сети, и исключается возможность изменения баланса вручную.

Для выполнения интервальных измерений необходимо использовать приборы с внутренними или внешними устройствами записи и хранения данных и возможностью передачи их на компьютер. В ряде случаев допускается применение стационарных

счетчиков без записывающих устройств при условии снятия их показаний через равные промежутки времени.

Для реализации того или иного типа измерений инструментального энергетического обследования могут привлекаться различные виды и методы измерений. Например, при параметрических и балансовых измерениях в зависимости от физической природы энергетического параметра могут быть использованы как прямые, так и косвенные измерения, причём как с однократными, так и с многократными наблюдениями. Интервальные измерения требуют дополнительного привлечения методов совместных измерений.

Ключевые термины:

Инструментальное энергетическое обследование - обследование с применением специальных технических средств для измерения физических величин или контроля параметров объектов энергоаудита.

Параметрические измерения – измерения, при которых исследуется энергоэффективность отдельного объекта, характеризуемая тем или иным набором энергетических параметров при работе в определенном режиме.

Балансовые измерения – измерения, которые применяются при составлении баланса распределения какого-либо энергоресурса отдельными потребителями, участками, подразделениями или предприятиями (организациями)

Интервальные измерения – измерения, служащие для определения зависимости значений какого-либо энергетического параметра от времени в течение определённого временного интервала (например, определение суточного графика электрической нагрузки).

Точность измерения - качество измерения, отражающее близость результата измерений к истинному значению измеряемой величины.

Краткие итоги практического занятия:

1. Основными целями инструментального энергетического обследования являются:

- получение количественных данных об объеме используемых энергетических ресурсов;
 - определение количественных показателей энергетической эффективности;
 - определение количественных данных о потенциале энергосбережения и повышения энергетической эффективности.
2. Достижение вышеназванных целей предполагает решение следующих основных задач:
- кадровое обеспечение инструментального энергетического обследования;
 - оснащение приборного парка инструментального энергетического обследования;
 - информационное обеспечение инструментального энергетического обследования.
3. В соответствии с ГОСТ в зависимости от общих приёмов получения результатов измерения при энергетическом обследовании делятся на следующие виды: прямые, косвенные, совокупные и совместные.
4. Предложено при классификации измерений инструментального энергетического обследования использовать термин «тип» и классифицировать измерения **по типам** следующим образом:
1. **параметрические измерения** – измерения, при которых исследуется энергоэффективность отдельного объекта, характеризуемая тем или иным набором энергетических параметров при работе в определенном режиме;
 2. **балансовые измерения** – измерения, которые применяются при составлении баланса распределения какого-либо энергоресурса отдельными потребителями, участками, подразделениями или предприятиями (организациями);
 3. **интервальные измерения** – измерения, служащие для определения зависимости значений какого-либо энергетического параметра от времени в течение определённого временного интервала (например, определение суточного графика электрической нагрузки).

Литература

1. Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».- М., 2009.
2. Устав, Положения и Стандарты СРО НП «Союз энергоаудиторов». –М., 2010. -210 с. – ISBN 5-65432-579-5.
3. ГОСТ Р 8.563-96. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 11 с.

4. ГОСТ 16263-70 (2002). ГСИ. Метрология. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 10 с.
5. ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 12 с.
6. ГОСТ 11.004-73 (2002). Прикладная статистика. Правила определения оценок и доверительных границ для параметров нормального распределения. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 14 с.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 7.

Тема практического занятия: Обработки результатов инструментального энергетического обследования .

Задачи практического занятия: *приобретение навыков обработки результатов измерений, которые широко применяются при проведении энергетического обследования в условиях сильного влияния мешающих факторов и нестабильности режимов работы оборудования.*

Наиболее часто инструментальное энергетическое обследования предполагает проведение **прямых измерений с многократными наблюдениями**, т.к. это позволяет существенно повысить достоверность результатов даже при влиянии помех различной физической природы и нестабильности режимов работы оборудования. Остановимся на методике их проведения и обработке результатов, которая имеет целый ряд особенностей [1].

Исходным материалом для прямых измерений с многократными наблюдениями является массив результатов наблюдений, т.е., например, массив $X \in \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ показаний того или иного измерительного прибора. Дальнейшая последовательность операций следующая:

1. Из массива результатов наблюдений исключаются известные **систематические погрешности**, т.е. погрешности либо постоянные во времени или изменяющиеся по детерминированным законам.

2. Элементы массива располагаются в порядке возрастания их значений от x_{\min} до x_{\max} с целью выявления промахов (грубых погрешностей).
3. Обнаруживаются и исключаются промахи.

Для принятия решения об исключении предполагаемого промаха необходимы формальные критерии. В общем случае границы выборки для удаления промахов определяются видом функции распределения случайных погрешностей и объемом n выборки [2]. При проведении инструментального энергетического обследования рекомендуется применить упрощенный метод обнаружения промахов, используя критерий:

$$K = \frac{|x_{\max} - \bar{x}|}{\tilde{\sigma}_x}, \quad K = \frac{|x_{\min} - \bar{x}|}{\tilde{\sigma}_x},$$

где x_{\min} и x_{\max} – соответственно, самое большое и наименьшее значения в исходных данных; \bar{x} - **среднее арифметическое значение измеряемой величины**; $\tilde{\sigma}$ - среднее квадратическое отклонение.

Полученное значение K сравнивают с табличным значением K_r . Если $K > K_r$, то x_{\min} или x_{\max} можно отбросить при заданном уровне значимости $q = 1 - P$. Значение доверительной вероятности P для технических измерений принять равным $P = 0.95$, тогда $q = 0.05$.

В табл. 7.1 приведены значения K_r при различном числе наблюдений n при уровне значимости 0,95.

Таблица 7.1

Значения коэффициентов K_r

Объем выборки и n	10	15	20	25	30	40	50	100
Предельное значение K_r	2.441	2.617	2.732	2.870	2.928	3.015	3.082	3.285

4. Вычисляется среднее арифметическое \bar{x} исправленных результатов наблюдений:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i.$$

Полученное значение принимается за результат измерения.

5. Вычисляется оценка среднего квадратического отклонения результатов наблюдений:

$$\tilde{\sigma}_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}.$$

6. Рассчитывается оценка среднего квадратического отклонения результата измерения (среднего арифметического):

$$\tilde{\sigma}_x = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}.$$

7. Проверяется принадлежность распределения результатов наблюдений нормальному закону распределения.

Обычно при проведении инструментального энергетического обследования число наблюдений лежит в диапазоне $50 \geq n \geq 15$. В этом случае нормальность распределения проверяется при помощи вычисления составного критерия и сравнения его значения с табличным. Для этого вычисляют отношение \tilde{d} по формуле:

$$\tilde{d} = \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|}{n \cdot \tilde{\sigma}},$$

где $\tilde{\sigma}$ - смещенная оценка СКО, вычисленная по формуле

$$\tilde{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}.$$

Гипотеза о нормальности распределения по составному критерию не отвергается, если

$$d_{1-q/2} \leq \tilde{d} \leq d_{q/2}.$$

Значения квантилей распределения для выбранных уровней значимости приведены в табл. 7.2.

Таблица 7.2

Значения квантилей распределения

n	$q/2 \cdot 100\%$	$(1 - q/2) \cdot 100\%$	96%	99%
	1%	5%		
16	0.9137	0.8884	0.7236	0.6829
21	0.9001	0.8768	0.7304	0.6950
26	0.8901	0.8686	0.7360	0.7040
31	0.8826	0.8625	0.7404	0.7110
36	0.8769	0.8578	0.7440	0.7167
41	0.8722	0.8540	0.7470	0.7216
47	0.8682	0.8508	0.7496	0.7256
51	0.8648	0.8481	0.7518	0.7291

При числе наблюдений $n > 50$ для проверки принадлежности их к нормальному распределению применить критерий Пирсона χ^2 по указаниям, приведенным в [3].

8. Определяют доверительные границы $\pm E$ случайной составляющей погрешности результата измерений по формуле [4]:

$$E = \pm t \cdot \tilde{\sigma}_x$$

где t - коэффициент Стьюдента, значение которого зависит от доверительной вероятности P и числа наблюдений и приведены в табл. 7.3.

Таблица 7.3

Значения коэффициентов Стьюдента

n	P=0.95	n	P=0.95	n	P=0.95
4	3.182	10	2.262	21	2.086
5	2.776	11	2.228	22	2.074
6	2.571	12	2.179	23	2.064
7	2.447	13	2.145	24	2.056
8	2.365	14	2.120	25	2.048
9	2.306	15	2.101	26	2.043

1. Вычисляют границы Θ_i неисключенной систематической погрешности с учётом её методической и инструментальной составляющих, а также составляющей, вызванной влияющими факторами.

Значения Θ_i погрешностей задаются преподавателем, предполагается, что законы распределения неисключенной погрешности неизвестны. Так как каждая из составляющих систематической погрешности имеет свой доверительный интервал (границы), то границы суммарной погрешности находят по формуле:

$$\Theta = K \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^m \Theta_i^2},$$

где m - число неисключенных систематических составляющих погрешности; K - коэффициент, определяемый значением доверительной вероятности (при $P=0,95$ коэффициент $K=1,1$).

10. Определяют соотношение между не исключенной систематической погрешностью, и средним квадратическим отклонением результата измерения $\Theta/\tilde{\sigma}_x$.

Если отношение $\Theta/\tilde{\sigma}_x$ меньше 0,8, то неисключенными систематическими погрешностями пренебрегают и в качестве границы погрешности принимают результат $\Delta=E$. Если же результат $\Theta/\tilde{\sigma}_x > 8$, то пренебрегают случайной погрешностью и считают границу погрешности результата $\Delta=\Theta$. В случае, когда результат вычислений лежит в интервале $0,8 < \Theta/\tilde{\sigma}_x < 8$, то определение границ погрешности результата измерения Δ производится с учетом случайной и систематической составляющих погрешности по формуле:

$$\Delta_{\Sigma} = \pm K \cdot \tilde{\sigma}_{\Sigma},$$

где K - коэффициент, зависящий от соотношения случайной и не исключенной систематической погрешностей и определяется по формуле:

$$K = \frac{E + \Theta}{\tilde{\sigma}_x + \sqrt{\frac{1}{3} \sum_{i=1}^m \Theta_i^2}}.$$

Оценка суммарного СКО результата измерения $\tilde{\sigma}_{\Sigma}$, вычисляется по формуле:

$$\tilde{\sigma}_{\Sigma} = \sqrt{\frac{1}{3} \sum \Theta_i^2 + \tilde{\sigma}_x^2}.$$

11. Производится запись результата измерения с учётом следующего. Наименьшие разряды числовых значений результата измерения должны быть такими же, как наименьшие разряды числовых значений СКО абсолютной погрешности измерения или значений границ, в которых находится абсолютная погрешность. Например, запись результата измерения активной электрической мощности, выполненная по аттестованной методике выполнения измерений [5], имеет следующий вид: Результат измерения: $P=10.27$ кВт; $|\Delta_l|=|\Delta_h|=0.05$, $P=0.95$.

Ключевые термины:

Массив результатов наблюдений - исходный материал для прямых измерений с многократными наблюдениями является, т.е., например, массив $X \in \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ показаний того или иного измерительного прибора.

Систематические погрешности – погрешности либо постоянные во времени или изменяющиеся по детерминированным законам.

Промахи - грубые погрешности, признаком которых является их значительное удаление от центра распределения массива результатов наблюдений.

Среднее арифметическое значение измеряемой величины - оценка математического ожидания.

Краткие итоги практического занятия:

1. Наиболее часто инструментальное энергетическое обследование предполагает проведение прямых измерений с многократными наблюдениями, т.к. это позволяет существенно повысить достоверность результатов даже при влиянии помех различной физической природы и нестабильности режимов работы оборудования.
2. Исходным материалом для прямых измерений с многократными наблюдениями является массив результатов наблюдений, т.е., например, массив $X \in \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ показаний того или иного измерительного прибора.
3. Обычно при проведении инструментального энергетического обследования число наблюдений лежит в диапазоне $50 \geq n \geq 15$. В этом случае нормальность распределения проверяется при помощи вычисления составного критерия и сравнения его значения с табличным.

Литература

1. **ГОСТ 8.207-76.** Государственная система обеспечения единства измерений. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения [Текст] - Введ. 15.04.1976 - М.: Изд-во стандартов, 1976. – X, 42 с.
2. ГОСТ 11.006-74 (2002). Прикладная статистика. Правила проверки согласия опытного распределения с теоретическим. – М.: Изд-во стандартов, 2002. –16 с.
3. ГОСТ 11.002-73 (2002). Прикладная статистика. Правила оценка аномальности результатов наблюдений. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 11 с.
4. ГОСТ 11.004-73 (2002). Прикладная статистика. Правила определения оценок и доверительных границ для параметров нормального распределения. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 15 с.
5. МИ 1317-86 Результаты измерений и характеристики погрешностей измерений. Форма представления. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 9 с.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 9.

Тема практического занятия: Инструментальные средства энергетического обследования.

Задачи практического занятия: *приобретение навыков комплектования приборного парка инструментального энергетического обследования; изучение классификации средств измерений энергетического обследования, их метрологических характеристик и показателей надёжности.*

Инструментальными средствами энергетического обследования называются технические средства, используемые при энергетическом обследовании для измерения физических величин, контроля их значений, обработки и хранения измерительной информации. Для проведения инструментального обследования применяются стационарные или специализированные портативные приборы. При проведении измерений следует максимально использовать уже существующие узлы учета энергоресурсов на предприятии или организации, как коммерческие, так и технические.

Важнейшей особенностью контрольно-измерительных средств инструментального энергетического обследования является наличие у них нормированных метрологических характеристик.

9.1. Классификация средств измерений энергетического обследования

Различают следующие виды контрольно-измерительных средств энергетического обследования [1]:

- меры,
- измерительные приборы,
- измерительные преобразователи,
- измерительные установки,
- информационно-измерительные системы.

Меры называются средства измерения, предназначенные для воспроизведения физической величины заданного размера. При инструментальном энергетическом обследовании применяются одноканальные, многоканальные регулируемые и нерегулируемые меры, а также наборы мер. При электрических измерениях широко используются шунты и дополнительные резисторы, магазины сопротивлений, емкостей и индуктивностей.

Измерительными приборами называются средства измерения, предназначенные для выработки сигналов измерительной информации, т.е. сигналов функционально связанных с измеряемыми физическими величинами, в форме доступной для непосредственного восприятия человеком, проводящим энергетическое обследование. Различают показывающие и регистрирующие измерительные приборы. Последние целесообразно использовать для проведения **интервальных измерений энергетического обследования**.

Измерительными преобразователями называются средства измерения, предназначенные для выработки сигналов измерительной информации в форме удобной для передачи, обработки или хранения, но не поддающейся непосредственному восприятию человеком, проводящим энергетическое обследование. Различают измерительные преобразователи с изменением рода физической величины, например, чувствительные элементы тепловизоров, расходомеров, термоанемометров и измерительные преобразователи без изменения рода физической величины. К последним

относятся широко применяемые при инструментальном энергетическом обследовании измерительные трансформаторы тока и напряжения.

Измерительной установкой называется совокупность конструктивно и функционально объединённых средств измерений и вспомогательных устройств, необходимых для проведения комплексного энергетического обследования.

Информационно-измерительные системы представляют собой совокупность средств измерений и вспомогательных устройств, соединённых между собой каналами связи и обеспечивающих одновременное измерения и регистрацию значений энергетически параметров в различных точках обследуемого объекта. Такие системы широко применяются для проведения **балансовых измерений энергетического обследования**.

Как отмечалось выше, инструментальное энергетическое обследования должно проводиться с помощью стационарных и портативных приборов и оборудования. К стационарным приборам и оборудованию, используемому для энергоаудита, относятся приборы коммерческого учета энергоресурсов, контрольно-измерительная и авторегулирующая аппаратура, приборы климатического наблюдения и другое оборудование, установленное на объекте энергоаудита. Все измерительные приборы должны быть соответствующим образом проверены. Портативные приборы могут быть собственностью энергоаудитора, обследуемого предприятия или взяты во временное пользование. Приборы должны иметь сертификат о поверке прибора и внесены в реестр средств измерения, содержаться в рабочем состоянии. Помимо вывода показаний на дисплей или шкалу портативные приборы должны иметь стандартный аналоговый или цифровой выход для подключения к регистрираторам, компьютерам и другим внешним устройствам. Портативные приборы должны иметь автономное питание, быть компактными и иметь небольшой вес, позволяющий проводить обслуживание на объекте одним человеком.

9.2. Метрологические характеристики и показатели надёжности

К числу важнейших метрологических характеристик инструментальных средств энергетического обследования относятся погрешности средств измерений, вариации показаний, чувствительность и диапазон измерений.

Абсолютная погрешность – это разность между показаниями прибора и истинным значением измеряемой величины. *Относительная погрешность* равна отношению

абсолютной погрешности к истинному значению измеряемой величины. **Приведённая погрешность** определяется как отношение абсолютной погрешности к нормирующему значению. Обычно за нормирующее значение принимается диапазон измерений прибора. Относительная и приведённая погрешности могут быть выражены в процентах.

Вариацией показаний прибора называется наибольшая возможная разность между его отдельными повторными показаниями, соответствующими одному и тому же истинному значению измеряемой величины, при неизменных внешних условиях.

Обобщённой метрологической характеристикой является класс точности. **Класс точности** – это выраженная в процентах максимально допустимая основная приведённая погрешность средства измерения. Термин «основная» означает погрешность, имеющую место при нормальных условиях эксплуатации прибора (температура, влажность, напряжение питания и т.п.).

Средства измерения могут иметь следующие классы точности: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 4,0; 10 [2].

Надёжная работа технических средств, в первую очередь, средств измерений, является важнейшим условием успешного проведения инструментальных энергетического обследования. Согласно ГОСТ [3] надёжность – это комплексное свойство, которое включает в себя безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость.

Безотказность – свойство технических средств инструментального энергетического обследования сохранять работоспособное состояние в течение определённого времени или определённой наработки. Работоспособное состояние (работоспособность) – состояние технических средств, при которых значение всех параметров, характеризующих способность выполнять функции энергетического обследования, соответствуют требованиям нормативов. Наработка – продолжительность или объём работы технических средств.

Долговечность - свойство технических средств инструментального энергетического обследования сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта. Предельным называется состояние, при котором дальнейшее применение технических средств инструментального энергетического обследования по назначению недопустимо или нецелесообразно.

Ремонтпригодность – свойство технических средств инструментального энергетического обследования, связанное с приспособленностью к предупреждению и

обнаружению причин появления отказов и повреждений, поддержанию и восстановлению работоспособности путём технического обслуживания и ремонтов.

Сохраняемость – свойство объекта сохранять значение показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности в течение и после хранения и (или) транспортировки.

9.3. Состав приборного парка энергетического обследования

Требования Государственного стандарта [4], опыт проведения энергетических обследований и рекомендации ведущих саморегулируемых организаций в сфере энергоаудита [5] позволяют определить минимальный и оптимальный составы приборного парка. Минимальный состав приборов портативной измерительной лаборатории энергоаудитора должен включать:

- ультразвуковой расходомер жидкости, позволяющий проводить измерения скорости, расхода и количества жидкости, протекающей в трубопроводе без нарушения его целостности и снятия давления;
- электрохимический газоанализатор, определяющий содержание кислорода, окиси углерода, температуру продуктов сгорания;
- электроанализатор, измеряющий и регистрирующий токи и напряжения в 3-х фазах, активную и реактивную мощности, потребленную активную и реактивную электроэнергию;
- бесконтактный (инфракрасный) термометр;
- набор термометров с различными датчиками: воздушными, жидкостными (погружными), поверхностными (накладными, контактными и др.);
- люксметр;
- анемометр;
- гигрометр;
- накопитель данных для записи переменных сигналов.

По-нашему мнению, для расширения спектра объектов энергоаудита, например, для проведения энергетических обследований промышленных предприятий и электросетевых компаний, минимальный состав измерительной лаборатории рекомендуется расширить

дополнительными приборами. В первую очередь в перечисленный выше набор следует внести следующие дополнения:

- анализатор качества электроэнергии ;
- тестер электроизоляции;
- тестер заземления;
- микроомметр для проверки контактных сопротивлений;
- ультразвуковых расходомеров должно быть не менее 2 для сведения баланса в гидравлических сетях, при этом, один расходомер должен быть оснащен высокотемпературными датчиками, работающими при температурах теплоносителя до 200 °С;
- электрохимические газоанализаторы должны быть оснащены датчиками для определения концентрации окислов азота и серы в дымовых газах, а также пылемерами;
- накопитель данных должен иметь не менее двух температурных каналов для непосредственного подключения температурных датчиков, а также не менее двух токовых или потенциальных каналов для регистрации стандартных аналоговых сигналов.

Примером хорошего оснащения может служить измерительная лаборатория энергоаудита Владимирского государственного университета им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. Состав приборного парка этой лаборатории представлен в табл. 9.1.

Таблица 9.1

Приборы для энергоаудита

Наименование, марка прибора	Назначение	Краткая характеристика	Изготовитель
--------------------------------	------------	---------------------------	--------------

<p>Расходомер ультразвуковой переносной Portaflow 300</p> 	<p>Измерение расхода воды в сетях отопления, холодного и горячего водоснабжения без врезки в трубопровод.</p> <p>Определение утечек воды и потерь тепловой энергии. Архивация измерений.</p>	<p>$D_y = 13 \div 5000$ мм;</p> <p>Диапазон скоростей потока $0,2 \div 12$ м/с;</p> <p>Измеряемая температура жидкости $= -20 \div 200^\circ\text{C}$;</p> <p>погрешность $\pm 3\%$.</p>	<p>"Micronics Ltd", Великобритания</p>
<p>Толщиномер Sonagage II</p> 	<p>Входит в состав оборудования для определения расходов воды и тепловой энергии.</p>	<p>$1 \div 155$ мм</p>	<p>"Micronics Ltd", Великобритания</p>
<p>Термометр цифровой N9008</p> 	<p>Измерение температур твердых поверхностей, газа, жидкостей, сыпучих материалов и т.д.</p>	<p>Диапазон измерения $-50 \div 600$ °C</p>	<p>"Comark LTD Англия</p>

<p>Термометр цифровой малогабаритный ТЦМ 9210-М2-03/03П</p> 		<p>Диапазон измерения -50 ÷ 600 °С</p>	<p>НПП "ЭЛЕМЕР", Московская обл.</p>
<p>Люксметр цифровой RS</p> 	<p>Измерение уровня освещенности производственных, бытовых помещений и т.д.</p>	<p>Диапазон измерения 5 ÷ 100000 лк</p>	<p>Тайвань</p>
<p>Люксметр Ю116</p>		<p>Диапазон измерения 5 ÷ 100000 лк</p>	<p>ПО "Вибратор", г. Нея</p>
<p>Тахометр цифровой КМ6003</p> 	<p>Измерение скорости вращения</p>	<p>Частота вращения 3 - 99999 об/мин</p>	<p>Англия</p>

<p>Инфракрасный электронный термометр RAYST60</p> 	<p>Дистанционное измерение температур поверхностей (в недоступных для контактного измерения местах).</p>	<p>Диапазон: -32 ... 600 °С</p>	<p>RAYTEK Германия</p>
<p>Электронный газоанализатор «Quintox» КМ 9106</p> 	<p>Контроль состава отходящих газов топливосжигающих установок. Режимная настройка котлов с целью снижения потребления топлива.</p>	<p>Измеряет концентрацию O₂, CO, CO₂, SO₂, NO, NO₂, H₂S; Рассчитывает коэффициенты избытка воздуха и потерь; Измеряет давление.</p>	<p>“Kane International” Англия</p>
<p>Газоанализатор ДАГ-16</p> 		<p>Измеряет концентрацию O₂, CO, CO₂, SO₂, NO, NO₂, H₂S; Рассчитывает коэффициенты избытка воздуха и потерь; Измеряет давление.</p>	<p>СП "ДИТАНГАЗ", Нижний Новгород</p>
<p>Термоанемометр цифровой переносной КМ4007</p>	<p>Измерение скоростей воздуха и температуры в вентиляционных и др. системах.</p>	<p>Скорость потока 0÷30м/с; Температура 0 ÷ 70°С.</p>	<p>Comark Limited, Англия</p>

			
<p>Электроанализатор AR.5</p> 	<p>Анализ количества и качества электроэнергии.</p>	<p>Регистрация параметров трехфазных сетей 220/380 В, а также высоковольтных сетей</p>	<p>CIRCUTOR GRUP, Испания</p>
<p>Датчик тока CP5</p>	<p>Подключение электроанализатора AR.5 без врезки к измерительным цепям высоковольтных электроустановок.</p>	<p>1-5А</p>	<p>CIRCUTOR GRUP, Испания</p>
<p>Инфракрасная камера (тепловизор) NEC TH5104</p> 	<p>Дистанционное измерение полей температур поверхностей</p>	<p>Диапазон измерений - 10 - 800 °С Спектральный диапазон 3-5 мкм</p>	<p>Япония</p>

Ключевые термины:

Мера - средство измерения, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера.

Измерительный прибор - средство измерения, предназначенное для выработки сигналов измерительной информации, т.е. сигналов функционально связанных с измеряемыми физическими величинами, в форме доступной для непосредственного восприятия человеком.

Измерительный преобразователь - средств измерения, предназначенное для выработки сигналов измерительной информации в форме удобной для передачи, обработки или хранения, но не поддающейся непосредственному восприятию человеком.

Измерительная установка - совокупность конструктивно и функционально объединённых средств измерений и вспомогательных устройств, необходимых для проведения комплексного энергетического обследования.

Информационно-измерительная система - собой совокупность средств измерений и вспомогательных устройств, соединённых между собой каналами связи и обеспечивающих одновременное измерения и регистрацию значений энергетически параметров в различных точках обследуемого объекта.

Абсолютная погрешность –разность между показаниями прибора и истинным значением измеряемой величины.

Относительная погрешность - отношение абсолютной погрешности к истинному значению измеряемой величины.

Приведённая погрешность - отношение абсолютной погрешности к нормирующему значению. Обычно за нормирующее значение принимается диапазон измерений прибора.

Вариация - наибольшая возможная разность между отдельными повторными показаниями прибора, соответствующими одному и тому же истинному значению измеряемой величины, при неизменных внешних условиях.

Класс точности –выраженная в процентах максимально допустимая основная приведённая погрешность средства измерения.

Краткие итоги практического занятия:

1. Инструментальными средствами энергетического обследования называются технические средства, используемые при энергетическом обследовании для

- измерения физических величин, контроля их значений, обработки и хранения измерительной информации.
2. К числу важнейших метрологических характеристик инструментальных средств энергетического обследования относятся погрешности средств измерений, вариации показаний, чувствительность и диапазон измерений.
 3. Различают следующие виды контрольно-измерительных средств энергетического обследования:
 - меры,
 - измерительные приборы,
 - измерительные преобразователи,
 - измерительные установки,
 - информационно-измерительные системы.
 4. Надёжная работа технических средств, в первую очередь, средств измерений, является важнейшим условием успешного проведения инструментальных энергетического обследования. Надёжность – это комплексное свойство, которое включает в себя безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость.

Литература

1. ГОСТ 22.261-94 (2002). Средства измерений электрических и магнитных величин. - М.: Изд-во стандартов, 2002. –16 с.
2. ГОСТ 8.401-80 (2002). ГСИ. Классы точности средств измерений. Общие требования. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 12 с.
3. ГОСТ 27.002-89. Надёжность в технике. Основные понятия. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 11 с.
4. ГОСТ Р 51541-99. Энергетическая эффективность: состав показателей. Общие положения. М.: Изд-во стандартов, 2000. – 10 с.
5. Устав, Положения и Стандарты СРО НП «Союз энергоаудиторов». – М., 2010. -210 с. – ISBN 5-65432-579-5.

ТЕСТЫ ПО РАЗДЕЛУ II

«ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ»

(практические занятия 6-9)

ТЕСТ 2.1.

1. Что из нижеперечисленного является отличительной особенностью инструментального энергетического обследования?
 - Наличие квалифицированного кадрового обеспечения.
 - Применение современных методик проведения обследования.
 - Наличие достоверного информационного обеспечения.
 - +Использование специальных технических средств для измерения физических величин или контроля параметров объектов энергоаудита.

2. Какая из электрических величин входит в число основных системы СИ?
 - Мощность
 - Напряжение
 - +Сила тока
 - Заряд

3. Что называется размерностью электрической величины?
 - Это синоним единицы измерения
 - +Формула, связывающая эту величину с основными физическими величинами системы
 - Это синоним термина «размер электрической величины»
 - Значение физической величины.

4. Каков минимальный объём подготовки энергоаудиторов (в часах)?
 - Определяется саморегулируемой организацией.
 - +72 часа.
 - 240 часов.
 - Не определён нормативными документами.

5. Можно ли экспериментально определить истинное значение электрической величины?
 - Можно при наличии точных приборов.
 - +Нельзя.
 - Можно.
 - Можно, если известен закон её изменения.

6. Какая погрешность является антиподом систематической погрешности?

- Любая.
 - Методическая.
 - Динамическая.
 - +Случайная.
7. Что означает термин «точность измерения»?
- Качество измерения, отражающее наличие только случайных погрешностей.
 - +Качество измерения, отражающее близость результата измерений к истинному значению измеряемой величины.
 - Малую погрешность.
 - Качество измерения, отражающее наличие только систематических погрешностей.
8. Что такое «доверительная вероятность»?
- Приблизительное значение.
 - Вероятность высокой точности измерения.
 - +Вероятность нахождения истинного значения в доверительном интервале.
 - Вероятность появления погрешности.

ТЕСТ 2.2.

1. Что из нижеперечисленного нельзя отнести к целям инструментального энергетического обследования?
- Получение количественных данных об объеме используемых энергетических ресурсов.
 - +Корректировка информации, которая может быть получена из документов и не вызывает сомнения в достоверности.
 - Определение количественных показателей энергетической эффективности.
 - Определение количественных данных о потенциале энергосбережения и повышения энергетической эффективности.
2. Какое из выражений является корректным?
- Смерить напряжение.
 - Измерить значение напряжения.
 - +Измерить силу тока.
 - Определить напряжение.

3. Показания вольтметра класса точности 1.0 при измерении в диапазоне с пределом 100 В составляют 50 В. Каково значение относительной погрешности ?
- 0,5%
 - 1%
 - +2%
 - 5%
4. Что такое «доверительная вероятность»?
- Приблизительное значение.
 - Вероятность высокой точности измерения.
 - +Вероятность нахождения истинного значения в доверительном интервале.
 - Вероятность появления погрешности.
5. Во сколько раз оценка среднего квадратического отклонения семнадцати результатов наблюдений больше оценки среднего квадратического отклонения результата измерения (среднего арифметического)?
- Значения оценок одинаковы.
 - +В 4 раза.
 - В 17 раз.
 - Это зависит от точности измерений.
6. Какая погрешность является антиподом методической погрешности?
- Случайная.
 - Временная.
 - Динамическая.
 - +Инструментальная.
7. Что в соответствии с ГОСТ понимается под термином «метод измерения»?
- +Совокупность приёмов использования принципов и средств измерений.
 - Способ измерения.
 - Методика измерения.
 - Совокупность приёмов обработки результатов.
8. Что в соответствии с ГОСТ понимается под термином «систематические погрешности»?

- Систематически появляющиеся погрешности.
- +Погрешности или постоянные во времени, или изменяющиеся по детерминированным законам.
- Систематизированные погрешности.
- Неустраняемые погрешности.

ТЕСТ 2.3.

1. Каков минимальный объём подготовки энергоаудиторов (в часах)?
 - Определяется саморегулируемой организацией.
 - +72 часа.
 - 240 часов.
 - Не определён нормативными документами.
2. Что из нижеприведённого является постулатом теории измерений?
 - Истинное значение физической величины можно определить путём измерений.
 - +Экспериментально истинное значение физической величины определить невозможно.
 - Результат измерения может быть истинным значением физической величины.
 - Результат измерений может быть принят за истинное значение.
3. Можно ли усилитель напряжения отнести к средствам измерения?
 - Можно при наличии паспорта.
 - Можно, если он избирательный.
 - Нельзя.
 - +Можно, если он имеет нормированные метрологические характеристики.
4. Какое из выражений является корректным?
 - Смерить напряжение.
 - Измерить значение напряжения.
 - +Измерить силу тока.
 - Определить напряжение.
5. Что называется мерой электрической величины?

- Размер физической величины.
 - Предельно допустимое значение электрической величины.
 - +Средство измерения для воспроизведения электрической величины заданного размера.
 - Синоним единицы измерения.
6. Какая погрешность является антиподом абсолютной погрешности?
- Максимальная.
 - Методическая.
 - +Относительная.
 - Случайная.
7. Во сколько раз оценка среднего квадратического отклонения семнадцати результатов наблюдений больше оценки среднего квадратического отклонения результата измерения (среднего арифметического)?
- Значения оценок одинаковы.
 - +В 4 раза.
 - В 17 раз.
 - Это зависит от точности измерений.
8. Что такое «гипотеза о нормальности распределения погрешностей»?
- Предположение, что погрешности имеют допустимые значения.
 - Предположение, что погрешности имеют недопустимые значения.
 - +Предположение, что случайные погрешности имеют нормальный закон распределения.
 - Предположение, что погрешности не превышают нормы.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЕ 10.

Тема практического занятия: Особенности энергетического обследования промышленных предприятий.

Задачи практического занятия: *анализ причин, определяющих сложность проведения энергоаудита на промышленных предприятиях: большие объёмы*

потребления энергоресурсов и тесная технологическая взаимосвязанность различных энергетических систем.

Повышение эффективности использования энергетических ресурсов особенно актуально для промышленных предприятий России. В первую очередь, это связано с наблюдаемым в течение последних десятилетий непрерывным ростом доли затрат на энергоресурсы в себестоимости продукции. Анализ причин сложившейся ситуации позволяет сформулировать перечень актуальных задач в сфере энергоэффективности российских промышленных предприятий: снижение энергоемкости готовой продукции; повышение надежности и качества энергоснабжения; актуализация информации о работе энергоинфраструктуры; минимизация потерь энергоресурсов; инновационная модернизация энергетического и технологического оборудования. Решение вышеперечисленных задач возможно лишь при реализации комплексного подхода к повышению энергоэффективности производства, который включает в себя сбор информации о текущем состоянии системы, анализ информации, выработку энергосберегающих рекомендаций, реализацию предложенных рекомендаций, повторный сбор данных и анализ результатов выполненных работ по повышению энергоэффективности. Таким образом, первым этапом работ по повышению энергоэффективности является проведение энергетического обследования.

Особенности энергетического обследования промышленных предприятий определяются сферой их деятельности, используемым оборудованием, энергопотребляющими и транспортирующими сетями. Энергоаудит на крупных производствах приобретает особую сложность из-за взаимосвязанности и больших объемов производства и потребления энергоресурсов, из-за того, что все системы предприятия – тепловые, гидравлические, пневматические, электрофизические, электрохимические – не разрознены, а представляют собой единый комплекс [1]. Эту техническую взаимосвязь энергоаудитор должен учитывать. Например, реализация непродуманных предложений по экономии одного из энергоресурсов может повлечь за собой увеличение потребления другого или негативно отразиться на выпуске продукции. Основная задача, которую решает энергетическое обследование промышленных предприятий, – это локализация мест потерь энергии, ее неоправданного или нерационального использования и разработка энергосберегающих рекомендаций. Решению этой задачи способствует тесное сотрудничество энергоаудиторов со штатом квалифицированных специалистов службы главного энергетика предприятия, наличие которой можно отнести к специфике промышленных предприятий, облегчающей проведение энергетического обследования. С

помощью этих специалистов целесообразно, например, составить энерготехнологическую схему предприятия или его отдельных производств, показывающую основные этапы, через которые последовательно проходят материалы от первоначального состояния до готовой продукции. На схеме должны быть показаны места подачи и использования энергоресурсов, отмечены переработка материалов, утилизация отходов в технологическом процессе.

Наиболее общими для промышленных предприятий различных отраслей являются следующие типовые объекты и работы, выполняемые при энергоаудите и необходимые для составления энергетического паспорта предприятия [2].

Здания и сооружения. Оценка технического состояния стен, оконных и дверных заполнений, чердачных и подвальных перекрытий. Выявление зон максимальных тепловых потерь методами тепловизионного обследования. Определение с помощью средств инструментального контроля и расчетными методами значений термических сопротивлений по зонам зданий.

Системы электроснабжения. В системы электроснабжения предприятия обычно входят электрические подстанции и электрические сети напряжением 6/10/0,4 кВ. По результатам инструментального обследования этих систем составляется реальный баланс электроэнергии. Для этого, во-первых, проверяется соответствие имеющейся в составе документации предприятия однолинейной схемы фактической схеме системы электроснабжения. Проверка проводится от точки раздела балансовой принадлежности с энергоснабжающей организацией до энергоприемников. Во-вторых, уточняются параметры трансформаторного оборудования, проводов, кабелей и т.п. Далее на уточнённой схеме электроснабжения намечаются точки, в которых нужно проводить инструментальное обследование. Для составления баланса электроэнергии и получения общей картины электропотребления проводятся обследования каждой из подстанций и наиболее крупных потребителей с использованием анализатора электропотребления и измерительных микропроцессорных клещей. При составлении баланса необходимо сопоставлять, значения электроэнергии, полученные суммированием по отдельным подстанциям и нагрузкам с общим электропотреблением, определяемым по показаниям счётчиков на вводах. Это позволяет подтвердить корректность полученных данных и убедиться, что вся нагрузка была учтена. Для силовых трансформаторов через каждый час в течение суток регистрируются показания счетчиков активной и реактивной энергии. Для фидеров производятся периодические измерения токов, напряжений, активных и неактивных составляющих полной мощности. По результатам измерений строятся суточные и недельные графики изменения электрических величин, формируется баланс

электроэнергии. Для более полного анализа состояния системы электроснабжения и разработки энергосберегающих программ в соответствии с ГОСТ [3] периодически в течение суток определяются значения наиболее важных показателей качества электроэнергии, к которым ним относятся: отклонение, колебания, несинусоидальность и несимметрия напряжения.

Отклонение напряжения от номинального значения в соответствии с определяется формулой: $\delta U_{\nu} = \frac{U_{\nu} - U_{НОМ}}{U_{НОМ}} 100\%$, где $U_{НОМ}$ и U_{ν} , соответственно, номинальное действующее и установившееся усреднённое действующее значения напряжения. Для этого показателя интервал усреднения составляет 60с, а число наблюдений – не менее 18. В электрических сетях однофазного тока действующее значение напряжения определяется без учета высших гармоник, т.е. как действующее значение первой гармоники. В трехфазных сетях – как действующее значение напряжения первой гармоники прямой последовательности. ГОСТ нормирует отклонения напряжения на выводах приемников: предельно допустимое значение – 10%.

Колебания, т.е. кратковременные изменения напряжения, определяется либо размаху, либо по кратковременной и длительной дозам фликера. В соответствии с ГОСТ предельно допустимые значения этих параметров для точек общего присоединения в сетях 0,38 кВ составляют, соответственно, 10% от номинального значения, 1,38 и 1,0. При наличии у потребителя ламп накаливания предельные дозы фликера снижаются до значений 1,0 и 0,74.

Несинусоидальность при энергетическом обследовании целесообразно определять по коэффициенту искажений напряжения, значение которого определяется по формуле

$$K_U = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^N U_{(i)}^2}}{U_{(1)}} 100\%, \text{ где } U_{(1)}, U_{(i)} - \text{действующие значения, соответственно, первой и } i\text{-ой}$$

гармоник напряжения; $N=9$ – количество учитываемых гармоник (установлено ГОСТ). Предельно допустимое значение коэффициента искажений для сети 0,38 кВ – 12%.

Несимметрия характеризуется коэффициентами несимметрии по обратной и нулевой последовательностям. Коэффициент несимметрии напряжения по обратной последовательности определяется формулой $K_{2U} = \frac{U_{2(1)}}{U_{1(1)}} 100\%$, где $U_{1(1)}$ и $U_{2(1)}$ - соответственно, действующие значения первых гармоник напряжения прямой и обратной последовательностей.

Коэффициент несимметрии по нулевой последовательности определяется выражением

$$K_{0U} \frac{\sqrt{3}U_{0(1)}}{U_{1(1)}} 100\% , \text{ где } U_{0(1)} - \text{действующее значение первой гармоники напряжения}$$

нулевой последовательности. Измерение коэффициента несимметрии по нулевой последовательности проводят в четырехпроводной сети. Предельно допустимые значения обоих коэффициентов составляют 4%.

Для измерений могут быть использованы имеющиеся в системах электроснабжения измерительные приборы или приборы организации, проводящей обследование. Погрешность измерения электрических величин и параметров должна составлять не более:

- при измерении потребляемой электроэнергии - 1,5 %;
- при измерении токов и напряжений - 5 %;
- по показателям качества электроэнергии: отклонение и колебания напряжения - 0,5%; доза фликера - 5 %; коэффициент искажения – 10%; коэффициент несимметрии напряжения по обратной последовательности – 0,3%; коэффициент несимметрии напряжения по нулевой последовательности – 0,5%.

Системы освещения. В ходе инструментально обследования этих систем на нормируемых поверхностях измеряется освещенность от искусственных и естественных источников света; проводится проверка соответствия уровня освещенности категориям помещений и рабочих мест; регистрируются суточные и недельные графики осветительной электрической нагрузки; анализируется работа систем управления освещением и состояние окон и осветительных приборов; проверяется эффективность использования естественного и местного освещения.

Системы холодного и горячего водоснабжения. Инструментальное обследование включает в себя снятие графиков водопотребления; тестирование утечек и непроизводительных потерь; анализ соответствия качества воды технологическим требованиям; проверку насосов, градирен, фильтров, систем регулирования расходов и давления и другой арматуры; определение значений термического сопротивления изоляции трубопроводов горячего водоснабжения; оценку коррозионного состояния систем горячего и холодного водоснабжения, обследование тепловых пунктов, трубопроводов, отопительных приборов, запорной и регулирующей арматуры.

Для измерения расходов могут быть использованы стационарные приборы, например, входящие в состав теплосчетчиков и позволяющие определить мгновенные значения расходов воды. К ним относятся:

- измерительные диафрагмы;

- приборы турбинного или крыльчатого типа;
- электромагнитные, вихревые и ультразвуковые расходомеры.

При отсутствии стационарных расходомеров могут быть использованы переносные ультразвуковые расходомеры с накладными датчиками отечественного или зарубежного производства серий «Portaflow» с накопителем информации «Squirrel 1003» (Англия), «Sonoflo» и «Sonocal» (Дания) и др., имеющие аттестацию Госстандарта РФ. Измерения следует проводить в интервале не менее одних суток. Необходимо также провести измерения рабочих характеристик насосов: коэффициентов включения и коэффициентов загрузки, изучить их.

Для измерения давления применяются образцовые пружинные манометры. При организации автоматизированной системы измерений в качестве датчиков давления или перепада давлений могут использоваться датчики МТ-100 или датчики давления концерна «Метран», а также аппаратура аналогичного типа зарубежного производства, например, цифровые манометры серии С 95 фирмы «COMARK».

Для измерения температуры могут быть использованы ртутные термометры с ценой деления $0,1^{\circ}\text{C}$, устанавливаемые в имеющихся на трубопроводах термометрических гильзах, или термометры, входящие в состав теплосчетчиков узлов учета при наличии вторичной показывающей аппаратуры. Для измерения температуры при отсутствии измерительной аппаратуры на тепловом пункте следует использовать стандартные термоэлектрические преобразователи и термометры сопротивления с вторичными показывающими и регистрирующими приборами. При отсутствии в точках измерения термометрических гильз измерения могут быть проведены с использованием датчиков поверхностного типа или инфракрасных бесконтактных термометров. При применении датчиков поверхностного типа необходимо обеспечить плотный контакт датчика с очищенной от краски и ржавчины поверхностью трубопровода. Проведение обследования с помощью обычных показывающих или записывающих приборов неэффективно и очень трудоемко, поскольку требуется одновременная регистрации большого количества параметров в течение продолжительного времени. Поэтому для энергоаудита следует в первую очередь использовать портативные расходомеры.

Погрешность измерения не должна превышать:

- для расходов – 2,5 %;
- для давлений – $0,1 \text{ кгс/см}^2$;
- для температур – $0,1^{\circ}\text{C}$.

Системы отопления. При энергетическом обследовании измеряются следующие параметры: расходы сетевой воды и воды в квартальной сети при независимой схеме;

температуры сетевой воды и воды в квартальной сети; давления сетевой воды и воды в квартальной сети при независимой схеме; температуры и влажности воздуха в помещениях и снаружи. По результатам измерений определяются графики нагрузок, формируются тепловой и водяной балансы, тестируются системы регулирования и учета. Кроме того, при обследовании уточняются характеристики электроприводов насосов, кратности воздухообмена, рециркуляции, выявляются места инфильтрации тепла. Следует отметить, что для обеспечения стабильности результатов измерений вторую ступень подогревателя горячего водоснабжения целесообразно перевести на смешанную схему, если в обычном режиме она включена по последовательной схеме.

Системы вентиляции и кондиционирования. Основными параметрами, которые должны измеряться при инструментальном исследовании систем кондиционирования зданий, являются:

- размеры помещений,
- относительная влажность воздуха,
- температура воздуха в помещении,
- скорость воздухообмена,
- температура подаваемого летом и зимой воздуха,
- температура наружного воздуха,
- инфильтрация воздуха.

Для измерения влажности и температуры можно применять прибор типа КМ 8004 (Великобритания) или аналогичные приборы других фирм.

Промышленные котлы. Проводятся измерения режимных параметров, состава дымовых газов в различных точках, давления в топке и тракте котла, температуры воды в различных точках, температуры воздуха и параметров пара, температуры наружных поверхностей по всему тракту, определяется качество питательной и продувочной воды, уточняются характеристики электропривода насосов, вентиляторов и дымососов. Исследуются состояние термоизоляции, потери тепла излучением, с дымовыми газами и продувочной водой, присосы по тракту, уровень атмосферных выбросов. Составляется общий тепловой баланс.

Промышленные печи. Для газовых печей проводится измерение режимных параметров, состава дымовых газов в различных точках, давления в топке и тракте печи. Для электрических (резистивных) печей формируется график изменения активной нагрузки. Для индуктивных и дуговых печей дополнительно измеряются реактивная мощность и параметры качества электроэнергии. Кроме того, проводятся измерения

массы, теплоемкости, скорости или частоты загрузки. температур наружных поверхностей по всему тракту, уточняются характеристики электропривода вытяжных вентиляторов и дымоходов. Исследуется состояние изоляции и потери тепла излучением, с дымовыми газами, уровень атмосферных выбросов. Составляется общий тепловой баланс.

Бойлеры, теплообменники. Определяются параметры теплопередачи, гидросопротивления, состояния и качества изоляции, герметичности контуров.

Паровые системы. Определяются параметры пара, исследуется состояние конденсатоотводчиков, изоляции, выявляется наличие утечек, неконденсируемых газов, пролетного пара, возврата конденсата.

Системы сжатого воздуха. Проводится тестирование электропривода, систем охлаждения компрессоров, и систем регулирования давления, очистки и осушки воздуха. Составляются графики нагрузки компрессоров, выявляются причины утечек и потерь давления у потребителя.

Промышленные холодильные установки. Составляются графики нагрузок, электроприводов компрессоров, вентиляторов и насосов, уточняются характеристик холодильного цикла и вторичного контура. Проводится тестирование систем регулирования охлаждения.

Электроприводы. Уточняются значения рабочих и пусковых параметров электродвигателей, проверяется их соответствие номинальным значениям. Составляются графики нагрузок. Анализируется эффективность компенсации реактивной мощности.

Системы газоснабжения. Обследуется техническое состояние трубопроводов, газопотребляющих установок и газораспределительной арматуры. Составляются графики фактического уровня потребления газа. Определяются показатели неполноты сгорания и утечек газа.

Основные технологические процессы. Изучается и сравнивается с передовыми тенденциями уровень технологической оснащенности предприятия, состояние механизации и автоматизации процессов. Составляется схема технологического процесса, показывающая основные этапы, через которые последовательно проходят материалы от первоначального состояния до готовой продукции. На схеме должны быть стадии переработки материалов и утилизации отходов в технологическом процессе. Особое внимание должно быть уделено анализу возможностей использования вторичных энергетических ресурсов, т. е. ресурсов, полученных 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.

Котельные. В организациях и предприятиях, имеющих собственные котельные, одним из основных этапов энергетического обследования являются инструментальные обследование котельных. Для проведения инструментального обследования применяются стационарные и (или) переносные специализированные приборы. Все применяемые приборы должны иметь аттестацию органов Госстандарта. В табл. 8.1 приведен ориентировочный перечень приборов для проведения энергетического обследования котельных.

Таблица 8.1

Приборы для обследования котельных

№	Измеряемый параметр	Наименование прибора, тип
1	O ₂ , CO ₂ , CO, NO _x , NO ₂ , SO ₂ , коэффициент избытка Воздуха	Анализатор горения электронный КМ 9006 "Quintox"
2	Расход жидкостей с температурой до 200 °С	Ультразвуковой расходомер жидкости "Portaflow 300"
3	Измерение толщины стенок металлических труб	Ультразвуковой толщиномер "SONAGAGE"
4	Измерение температуры Поверхностей	Термометр инфракрасный бесконтактный «Raytek Rayst»

Допустимые погрешности приборов для измерений характеристик котлоагрегатов приведены в табл. 8.2.

Таблица 8.2

Значения допустимых погрешностей

№	Вид измерений	Измеряемые физические величины	Обеспечиваемые предельные значения	
			Диапазон измерений	Погрешность
1	Измерения Расхода	Скорость потока жидкости	(0...10) м/с	< ±3%
		Скорость потока воздуха	(0...30) м/с	< ±3%
2	Измерения Температуры	Температура	-199...1300 °С	< ±1°С

3	Измерения состава и свойств веществ	Концентрация отходящих газов топливопотребляющих установок:		
		- окись углерода (CO)	100...10000	± 10%
		- двуокись углерода (CO ₂)	ppm	± 1,5%
		- окись азота (NO)	0,3...20%	± 5%
		- двуокись азота (NO ₂)	25...5000 ppm	± 5%
		- двуокись серы (SO ₂)	50...1000 ppm	± 5%
		- кислород (O ₂)	25...5000 ppm	± 1%
		- углеводороды (C _x H _y)	0,25...25%	± 5%
			0,25...5% (по метану)	
		Состав производственной воды:		
- Ph	0,01...14 pH	± 0,01 pH		
- жесткость	0,01...4,7 мг/л	± 0,01 мг/л		
- содержание железа	10...400 мкг/л	± 10 мкг/л		
- нефтепродукты	0,005...50 мг/л	± 40%		

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 11.

Тема практического занятия: Особенности энергетического обследования учреждений и организаций бюджетной сферы

Задачи практического занятия: анализ групп наиболее энергоёмких потребителей для бюджетных учреждений различного профиля.

Рассматриваются особенности проведения энергоаудита в наиболее многочисленной группе бюджетных организаций, в которую входят:

- учреждения здравоохранения;
- детские дошкольные учреждения;
- учебные заведения (высшие, средние и специальные);
- учреждения культуры и искусства;
- физкультурные и спортивные учреждения;
- административные учреждения.

На первом этапе энергоаудита целесообразно выделить наиболее энергоёмкие группы потребителей [4]. В медицинских учреждениях к наиболее мощным потребителям

электроэнергии относятся электротермические установки для дезинфекции и стерилизации. Автоклавы, сушильные шкафы, стерилизаторы и дистилляторы потребляют от 20 до 30 % общего количества необходимой электроэнергии. На холодильное оборудование приходится 5-10 % общего потребления, на освещение - 30-40 %, на устройства вентиляции и кондиционирования - 10-20 %. В последние годы наблюдается рост электропотребления современными приборами диагностики и физиолечения (до 20-30%) и снижение доли осветительной нагрузки. По тепловой энергии в медицинских учреждениях можно выделить три группы потребителей тепла: отопление, горячее водоснабжение и вентиляция. На отопление и горячее водоснабжение приходится 55-70 % общего потребления, а на вентиляцию - 30-45 % в зависимости от типа здания.

К числу наиболее важных потребителей электроэнергии учреждений среднего и высшего образования относятся освещение (50-60 %), различные нагревательные установки, потребляющие от 10 до 20 % электроэнергии, компьютеры и орг. техника (до 15 %) [5]. В технических вузах лабораторное оборудование, потребляет до четверти общего количества электроэнергии. В дошкольных учреждениях образования наиболее мощными потребителями электроэнергии являются электротермические установки пищеблоков. На освещение расходуется от 15 до 25 % от общего электропотребления.

По тепловой энергии в учреждениях образования можно выделить три группы потребителей тепла: отопление 53-70 %; горячее водоснабжение 16-30 %; вентиляция 10-25 %.

По холодной воде наиболее важными потребителями являются общежития (55-70 %) и учебные корпуса (45-30 %).

Административные учреждения имеют 4 группы потребителей электроэнергии: освещение (40-60 %), потребители с электродвигателями (10-30 %), различные нагревательные установки (электрические плиты, кипятильники, электрокамины и т.д.), потребляющие от 20 до 40 % электроэнергии, компьютеры и орг. техника (от 10-20 %). По тепловой энергии выделяются две группы потребителей тепла: отопление 70-85 %, вентиляция 15-30 %.

Ключевые термины:

Промышленные предприятия – предприятия (заводы, фабрики, рудники, шахты, электростанции), занятые производством орудий труда, добычей сырья, материалов, топлива, производством энергии и дальнейшей обработкой продуктов, полученных в промышленности или произведённых в сельском хозяйстве.

Бюджетное учреждение — по российскому законодательству это государственное (муниципальное) учреждение, **финансовое обеспечение** выполнения функций которого, в том числе по оказанию государственных (муниципальных) услуг физическим и юридическим лицам в соответствии с государственным (муниципальным) заданием, осуществляется за счет средств соответствующего **бюджета** на основе **бюджетной сметы**.

Краткие итоги практических занятий 10 и 11:

1. Повышение эффективности использования энергетических ресурсов особенно актуально для промышленных предприятий России. В первую очередь, это связано с наблюдаемым в течение последних десятилетий непрерывным ростом доли затрат на энергоресурсы в себестоимости продукции.
2. Анализ причин сложившейся ситуации позволяет сформулировать перечень актуальных задач в сфере энергоэффективности российских промышленных предприятий: снижение энергоемкости готовой продукции; повышение надежности и качества энергоснабжения; актуализация информации о работе энергоинфраструктуры; минимизация потерь энергоресурсов; инновационная модернизация энергетического и технологического оборудования.
3. Энергоаудит на крупных производствах приобретает особую сложность из-за взаимосвязанности и больших объемов производства и потребления энергоресурсов, из-за того, что все системы предприятия – тепловые, гидравлические, пневматические, электрофизические, электрохимические – не разрознены, а представляют собой единый комплекс.
4. В группу бюджетных учреждений, обязанных провести первое энергетическое обследование в период до 31 декабря 2012 года, входят:
 - учреждения здравоохранения;
 - детские дошкольные учреждения;
 - учебные заведения (высшие, средние и специальные);
 - учреждения культуры и искусства;
 - физкультурные и спортивные учреждения;
 - административные учреждения.

Литература

1. Самойлов М.В., Паневчик В.В., Ковалёв А.Н. Основы энергосбережения. – Минск: Изд-во БГЭУ, 2008. – 198 с. – ISBN 985-426-683-4.
2. ГОСТ Р 51379-99. Энергосбережение. Энергетический паспорт промышленного потребителя топливно-энергетических ресурсов. – М.: Изд-во стандартов, 1999. – 17 с.
3. ГОСТ 13109-97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М.: Изд-во стандартов, 1999. – 19 с.
4. ГОСТ Р 51387-99 Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение. М.: Изд-во стандартов, 2000. – 11 с.
5. Методика проведения энергетических обследований (энергоаудита) бюджетных учреждений / под. ред. проф. С.И.Сергеева. – Н.Новгород: НГТУ, НИЦЭ, 2000 г. – 198 с. – ISBN 6-46353-449-6.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЕ 12.

Тема практического занятия: Технический отчёт по результатам энергетического обследования.

Задачи практического занятия: *изучение структуры и содержание технического отчёта на примере отчёта по результатам энергетического обследования лабораторного корпуса технического университета – типичного объекта бюджетных учреждений образования; приобретение навыков подготовки разделов отчёта, содержащих общие сведения об обследуемом объекте и анализе системы электроснабжения.*

12.1. Общие сведения об объекте энергетического обследования

Основные результаты энергетического обследования содержатся в техническом отчёте. В рассматриваемом примере название объекта энергоаудита вымышлено. Значения технических параметров типичны, однако не отражают состояние какого-либо конкретного объекта.

Энергетическое обследование, проведённое на объектах университета в 2012 г., в соответствии с принятой классификацией является по повторяемости – **первичным**, по объемам проведения - **комплексным**, по назначению – **энергоаудитом общественных и административных зданий**.

Отчет об обследовании состоит из восьми глав и шести приложений. В виде отдельного документа представлен энергетический паспорт. В первой главе приводятся общие сведения об объекте, важнейшими из которых являются технические параметры зданий и сооружений. Примером представления этих сведений может служить табл. 12.1. Далее в этой главе даётся обзор информации, представленной собственником для проведения документального обследования объекта, и делается вывод о её полноте. На основе этой информации проводится анализ финансовых затрат на оплату потреблённых энергетических ресурсов за последние четыре года. Итоговым расчётным показателем по первой главе является доля стоимости энергетических ресурсов в стоимости произведенной продукции. Для обследуемого корпуса университета значения этого показателя составили: в 2008 г.-25,9 %; в 2009 г. – 34,4%; в 2010 г. – 34,0%; в 2011 г. - 28,1%.

Таблица 12.1

**Технические характеристики здания
(приводятся официальное наименование и адрес)**

№ п/п	Характеристика	Ед. измерения	Значение
1	Постройка	год	1968
2	Полный объём	м ³	57078
3	Объём выше уровня земли	м ³	50263
4	Площадь в плане	м ²	3774
5	Площадь цокольн. этажа (теплый подвал)	м ²	2070
6	Общая площадь помещений	м ²	16720
7	Периметр	м	420,3
8	Высота над уровнем земли	м	16,5; 7,7
9	Высота до уровня земли (подвал)	м	2,50
10	Число этажей	шт	5
11	Высота от пола до потолка	м	3,0
12	Толщина межэтажных перекрытий	м	0,35
13	Крыша, материал, толщина	м	1 – рубероид (0,016×3=0,048); 2 – стяжка цементная (0,04);

			3 – гравий керамзитовый (0,022); 4 – пароизоляция (рубероид, 0,005); 5 – стяжка выравнивающая цементная (0,015); 6 – железобетонное перекрытие (0,22) $\Sigma=0,35$ м.
14	Число рабочих входов	шт	1
15	Число запасных входов	шт	5
16	Наличие тамбуров на входах	шт	5
17	Количество окон	шт	708
18	Площадь остекления	м ²	3766,8
19	Стены, материал, толщина	м	ж/б панели (0,30)
20	Теплоизоляции стен, материал, толщина	м	мин.плита (0,05)
21	Наружная отделка стен, материал, толщина	м	фактура ж/б панели
22	Внутр. отделка стен, материал, толщина	м	штукатурка и/или керамическая плитка (0,01)
23	Толщина стен с отделкой	м.	0,32
24	Толщина стен без отделки	м.	0,30
25	Материал окон		ПВХ
26	Толщина воздушной прослойки	м	0,015
27	Толщина стёкол	м	0,003
28	Расстояние от пола до начала окна	м	0,80
29	Расстояние от пола до верха окна	м	2,9
30	Материал дверей и рабочего входа		сталь, алюминий и стеклопакет
31	Материал дверей запасных входов	м	сталь (0,004)

32	Утеплитель дверей, материал, толщина	м	теплоизол (0,04)
33	Материал пола		бетон
34	Покрытия пола, материал, толщина	м	линолеум (0,005)
35	Утеплитель пола, материал, толщина	м	гравий керамзитовый (0,1)
36	Состояние крыши	оценка	неудовлетворительное
37	Состояние стен	оценка	удовлетворительное
38	Состояние пола	оценка	удовлетворительное
39	Состояние окон	оценка	удовлетворительное
40	Состояние межэтажных перекрытий	оценка	удовлетворительное
41	Состояние дверей	оценка	удовлетворительное
42	Физический износ по паспорту	%	36

Последующие три главы посвящены анализу структуры потребления, средств учёта и систем распределения важнейших видов энергоресурсов: электрической и тепловой энергии, а также рассмотрению в этих аспектах водоснабжения и водоотведения объекта.

12.2. Анализ электропотребления

Анализ электропотребления является предметом третьей главы технического отчёта. В первом разделе этой главы анализируется схема электроснабжения лабораторного корпуса. На основе «Акта о разграничении имущественной (балансовой) принадлежности и эксплуатационной ответственности между сетевой организацией и потребителем» определяется граница электрических сетей. Например, граница балансовой принадлежности между сетями ОАО «Областные коммунальные системы (ОКС)» и сетями электроснабжения лабораторного корпуса ГТУ проходит по кабельным наконечникам распределительного устройства РУ-0,4 кВ ТП-4. Таким образом, указанный трансформарный пункт (ТП) находится на балансе ОАО «ОКС», а университет является потребителем электроэнергии при напряжении 0,4 кВ. Нередко ТП находятся на балансе потребителя, в этом случае граница проходит по кабельным наконечникам распределительного устройства РУ-6 кВ и объект является потребителем высокого напряжения. Следует отметить, что тарифы на электроэнергию снижаются с повышением уровня напряжения. Вместе с тем, если ТП находится на балансе потребителя, то последнему придётся оплачивать и потери электроэнергии в трансформаторах.

Во втором разделе целесообразно дать в виде таблиц и диаграмм сведения по объёмам потребления электроэнергии и соответствующим финансовым затратам. Особое внимание следует уделить динамике электропотребления в последние четыре года (рис. 12.1-12.3).



Рис. 12.1. Диаграмма потребления электроэнергии

Анализ распределения объёма потреблённой электроэнергии по месяцам свидетельствует о явно выраженной неравномерности. Максимум потребления наблюдается в феврале, минимум в августе. Например, в 2010 г. августовское потребление составило 41% от февральского, в 2011 г. – 42%. Следует отметить, что распределение потребления обследуемого объекта по месяцам отличается от общегородского очень высокой неравномерностью и смещением экстремумов: минимума с июня на август, а максимума с января на февраль. Это объясняется особенностями графика учебного процесса. В этих условиях особенно важно для работы без штрафных санкций со стороны энергоснабжающей организации ежемесячно контролировать электропотребление основных потребителей и своевременно корректировать его величину в сторону уменьшения или увеличения путём оформления соответствующих уведомлений в электроснабжающую организацию.



Рис. 12.2. Диаграмма финансовых затрат

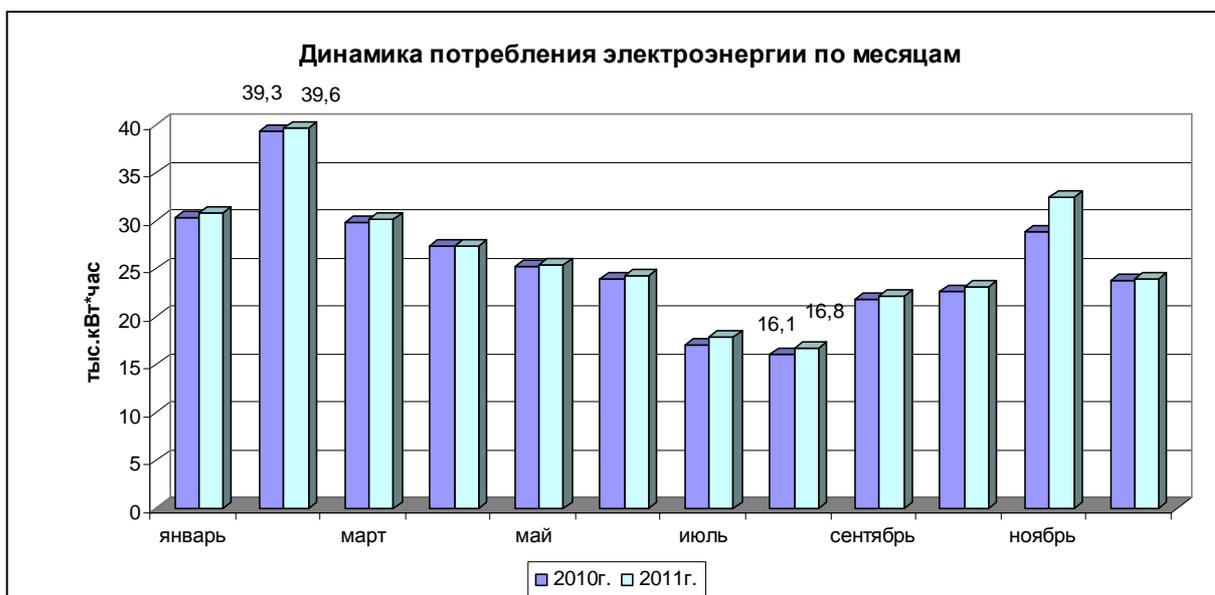


Рис. 12.3. Диаграмма потребления электроэнергии в течение года

Анализ распределения объёма потреблённой электроэнергии по месяцам свидетельствует о явно выраженной неравномерности. Максимум потребления наблюдается в феврале, минимум в августе. Например, в 2010 г. августовское потребление составило 41% от февральского, в 2011 г. – 42%. Следует отметить, что распределение потребления обследуемого объекта по месяцам отличается от общегородского очень высокой неравномерностью и смещением экстремумов: минимума с июня на август, а максимума с января на февраль. Это объясняется особенностями графика учебного процесса. В этих условиях особенно важно для работы без штрафных санкций со стороны энергоснабжающей организации ежемесячно контролировать электропотребление основных потребителей и своевременно корректировать его величину в сторону

уменьшения или увеличения путём оформления соответствующих уведомлений в электроснабжающую организацию.

Далее целесообразно рассчитать и раскрыть **структуру присоединённой мощности**. Эта мощность представляет собой сумму **установленной мощности** и мощности электрических потерь в сетях потребителя. Установленная мощность равна сумме номинальных мощностей электроприёмников объекта энергоаудита. В качестве примера в табл. 12.2- 12.4 и на рис. 12.4 представлены сведения о значениях и структуре установленной мощности лабораторного корпуса ГТУ, которые являются типичными для технических факультетов вузов.

Таблица 12.2
Сведения об установленной мощности системы освещения

Наименование оборудования	Единичная мощность, Вт	Количество, шт.	Общая мощность, кВт
Лампы накаливания	60	40	2,4
Светильники люминесцентные с ЭМПРА	120	486	58,32
Лампы энергосберегающие	0	0	0
Лампы ДРЛ	250	6	1,5
ИТОГО:			62,22

Таблица 12.3
Сведения об установленной мощности

Оборудование (наименование)	Количество (единиц)	Мощность оборудования (кВт)		Среднее время использования за сутки (час)
		уровень напряжения 220В	уровень напряжения 380В	
1	2	3	4	5
Оргтехника и компьютеры	10	5		8
Установка охлаждающая «ВТХ 0-12»	1		5,9	0,5
Установка охлаждающая «ВТХ 0-18»	1		7,1	0,5
Компрессоры	9		34,54	1
Прессы	6		6,3	4
Лабораторное	54	278,1		3

оборудование				
Печи электрические	19	90,33	100	1
Сушильные шкафы	5		10,88	1
Установка «RAPIDO»	1		125	1
Установка «Series 100D»	1		5,5	1
Фрезерные станки	7		21,5	1,5
Вибростенды и вибромашины	4	3,5		1,2
Установка «ЖИФ-11»	1		63	1,1
Установка «ЖИФ-15»	1		100	1,1
Установка «ЖИФ-5»	1		14	1,1
Заточные станки, наждаки	11	10,57	16	2
Кран-балка	1		5,3	0,5
Литьевые машины	3		90,55	6
Магнетроны	2		10	0,25
Молоты	3		132,5	0,02
Насосы	3		29,5	0,25
Сверлильные станки	8		8,9	0,04
Токарные станки	7		46,22	0,2
Прочие станки	14	25,58	67,32	0,2
Лазеры	2		27	0,1
Прочее оборудование	5	4	6	0,22
ИТОГО:	184	417,08	965,8	

Таблица 12.4

Установленная мощность по группам потребителей

Группа потребителей	Установленная мощность, кВт	В процентах к общей мощности, %
Лабораторное оборудование	278,1	19,2
Оргтехника и компьютеры	5	0,3
Технологические установки	571,01	39,5

Компрессоры и насосы	64,04	4,4
Станочное оборудование	235,38	16,4
Литейное и кузнечно-прессовое оборудование	229,35	15,9
Освещение	62,22	4,3
ИТОГО:	1445.1	100,00

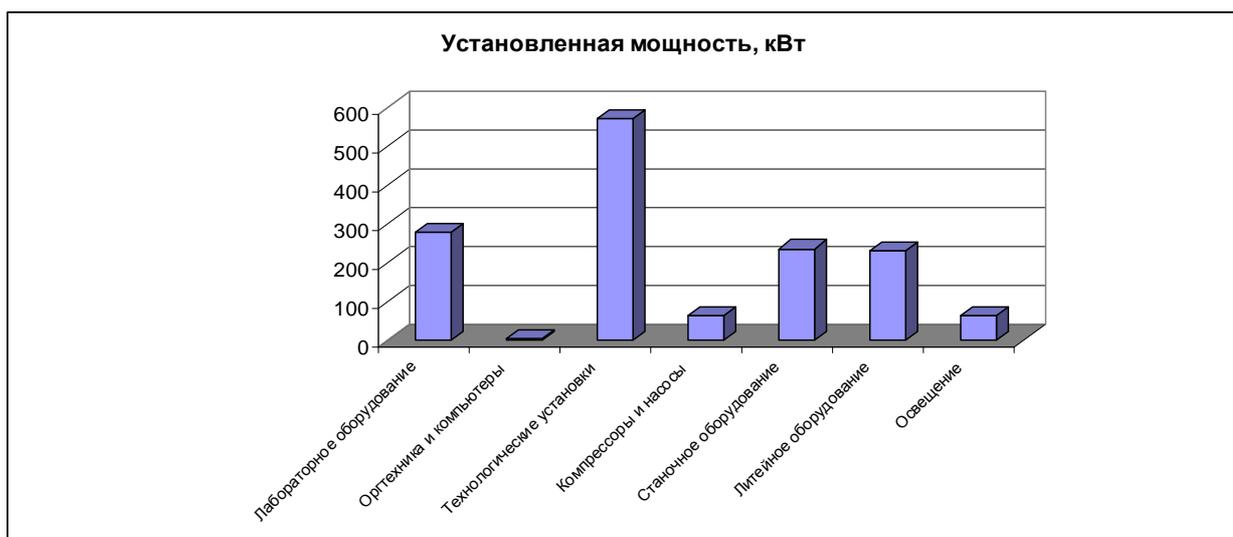


Рис. 12.4. Диаграмма основных групп потребителей

С учётом установленной мощности, среднего времени работы и количества оборудования имеется возможность рассчитать объёмы потребления электроэнергии для различных нагрузок и проанализировать распределение значений этого показателя для вышеперечисленных групп потребителей. Результаты расчётов для лабораторного ГТУ представлены в табл. 9.5 и проиллюстрированы диаграммой рис. 12.5.

Таблица 12.5

**Распределение потребления электроэнергии за 2011г.
по группам потребителей**

Потребители	Количество потреблённой электрической энергии, тыс. кВт·ч
Лабораторное оборудование	206,91
Оргтехника и компьютеры	7,44

Технологические установки	14,16
Компрессоры и насосы	6,35
Станочное оборудование	5,84
Литейное и кузнечно-прессовое оборудование	9,91
Освещение	61,72
Итого:	489



Рис. 12.5. Диаграмма годового потребления электроэнергии

Для анализа динамики электропотребления отчёт должен содержать сведения о потреблении электроэнергии и финансовых затратах на это за четыре последних года эксплуатации здания (на момент проведения обследования). Эти сведения целесообразно представить в виде диаграмм, подобных представленным на рис. 12.1 и 12.2.

Важной составляющей присоединённой мощности является мощность электрических потерь в сетях потребителя. Определение потерь в питающей сети лабораторного корпуса университета выполним методом оценки потерь по обобщенной информации о схемах и нагрузках сети. В соответствии с этим методом потери электроэнергии в линиях напряжением 0,38 кВ с площадью поперечного сечения головного участка F_r (мм²) и

отпуском электрической энергии в линию $W_{0,38}$ за период D (дней) рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{н.0,38} = k_{0,38} \cdot k_N \cdot \frac{W_{0,38}^2 \cdot (1 + \operatorname{tg}^2 \varphi) \cdot L_{\text{ЭКВ}}}{N^2 \cdot F_r \cdot D} \cdot \frac{1 + 2 \cdot k_3}{3 \cdot k_3},$$

где N – количество линий;

$L_{\text{ЭКВ}}$ – эквивалентная длина линии;

φ – фазовый сдвиг между напряжением и током на головном участке;

$k_{0,38}$ – коэффициент, учитывающий характер распределения нагрузок по длине линии и несимметрию нагрузок фаз;

k_N – коэффициент, учитывающий неодинаковость длин линий и плотностей тока на головных участках линий;

k_3 – коэффициент заполнения графика.

Следует, отметить, что эта формула дает весьма приближенные результаты, т.к. коэффициенты $k_{0,38}$ и k_N зависят от большого количества факторов, а коэффициент заполнения графика и фазовый сдвиг при отсутствии информации о них принимаются на уровне средних значений.

Эквивалентная длина линии определяется по формуле:

$$L_{\text{ЭКВ}} = L_M + 0,44 L_{2-3} + 0,22 L_1,$$

где L_M – длина магистрали;

L_{2-3} – длина двухфазных и трехфазных ответвлений;

L_1 – длина однофазных ответвлений.

Коэффициент $k_{0,38}$ определяют по формуле:

$$k_{0,38} = k_u (9,67 - 3,32 \cdot d_p - 1,84 \cdot d_p^2),$$

где d_p – доля энергии, отпускаемой сторонним потребителям;

k_u – коэффициент, принимаемый равным 1 для линий 380/220В и равным 3 для линий 220/127В.

Коэффициент k_N определяется по формуле:

$$k_N = 1,25 + 0,14 \cdot d_p.$$

Ввиду отсутствия данных о коэффициенте заполнения графика и фазовом сдвиге между напряжением и током при проведении расчетов принимается $k_3 = 0,3$; $\text{tg } \varphi = 0,6$.

Расчет производится для четырёх линий 0,4 кВ (кабельных) и 6 (шести) проводных, находящихся на балансе университета. На этих линиях сторонние потребители отсутствуют, поэтому $d_p = 0$, поэтому значения коэффициентов $k_{0,38}$ и k_N следующие:

$$k_{0,38} = k_u (9,67 - 3,32 \cdot d_p - 1,84 \cdot d_p^2) = 1 (9,67 - 3,32 \cdot 0 - 1,84 \cdot 0^2) = 9,67;$$

$$k_N = 1,25 + 0,14 \cdot d_p = 1,25 + 0,14 \cdot 0 = 1,25.$$

Результаты расчета эквивалентных длин линий приведены в табл. 9.126.

Таблица 9.6

Длины линий электропередачи

Ввода	Длина магистральной, L_m , км	Длина 2-х и 3-х фазных ответвлений, L_{2-3} , км	Длина однофазных ответвлений, L_1 , км	Эквивалентная длина линии, $L_{\text{экв}}$, км
Кабельные	0,134	0	0	0,134

Результаты расчета потерь в линиях электропередач 0,4 кВ представлены в табл. 12.7.

Таблица 12.7

Потери в линиях электропередачи

ЛЭП	F_r	$L_{\text{экв}}$	$W_{0,38}$	D	$k_{0,38}$	k_N	N	k_3	$\text{tg } \varphi$	$\Delta W_{0,38}$
	мм ²	км	кВт·ч	дней			шт			кВт·ч
Кабельная	120	0,134	313900	365	9,67	1,25	14	0,3	0,6	1570

Таким образом, расчётные значения потерь электроэнергии в линиях электропередач лабораторного корпуса университета составляют 1570 кВт · ч/год или 0,5 % от общего потребления.

Полученные результаты позволяют составить **баланс по потреблению электроэнергии** для учебного корпуса. Основной целью составления баланса является определение структуры потребления электроэнергии отдельными группами

электроприемников, находящихся на обследуемом объекте, разработка рекомендаций по снижению электропотребления и определение лимитов потребления на перспективный период.

Приходная часть баланса определяется по показаниям счётчиков коммерческого учёта электроэнергии, установленных на границе балансовой принадлежности электрических сетей. Из приходной части вычитается транзит электроэнергии через сети учреждения.

Расходная часть определяется по результатам расчета, который выполняется следующим образом. Выделяются группы электроприемников с примерно одинаковыми коэффициентами спроса (K_C), для каждой из этих групп рассчитывается годовой расход электроэнергии по выражению:

$$\mathcal{E}_i = P_{уст.i} \times K_{C_i} \times T_{P_i} \times 10^{-3},$$

где $P_{уст.i}$ – суммарная установленная активная мощность электроприемников i -ой группы; K_{C_i} – коэффициент спроса электроприемников i -ой группы; T_{P_i} – годовое число часов работы электроприемников i -ой группы, час.

Значения K_{C_i} и T_{P_i} получены экспертным путем с учетом данных, представленных заказчиком. Кроме того, для расчета электропотребления были приняты коэффициенты спроса для осветительной нагрузки менее 0,6 с тем, чтобы учесть, что часть светильников является неработающими.

Значения мощности, для осветительных установок определены с учетом типа источников света

$$P_{уст}^{осв.} = P_{уст}^{ЛН} + P_{уст}^{ЛЛ} \times K_{ПРА}, \text{ где}$$

$P_{уст}^{ЛН}$ и $P_{уст}^{ЛЛ}$ – установленная мощность светильников соответственно с лампами накаливания и люминесцентными лампами, кВт; $K_{ПРА}$ – коэффициент, учитывающий потери мощности в пускорегулирующей аппаратуре (ПРА) светильников с газоразрядными лампами (для дроссельных ПРА, установленных в корпусе, $K_{ПРА} = 1,20$).

В расходную часть баланса так же входят расчетно-нормативные потери в электрической сети. Наличие разницы между приходной и расходной частями баланса свидетельствует в большинстве случаев о неучтённых потерях или потребителях. Баланс представлен в табл. 12.8.

Таблица 12.8

Баланс потребления электроэнергии

№ п/п	Статья прихода/расхода	Суммарное потребление	Расчетно- нормативное потребление с учетом нормативных потерь		Приме- чание
			кВт·ч	кВт·ч	
I. ПРИХОД					
1	Сторонний источник	313900			
2	Собственная ТЭС	-			
3	Резервный дизель-генератор	-			
4	Транзит мощности				
	Итого приход (1+2+3-4)	313900			
II. РАСХОД					
6	Лабораторное оборудование		206910	66,0	
7	Оргтехника и компьютеры		7440	2,4	
8	Технологические установки		14160	4,5	
9	Компрессоры и насосы		6350	2,0	
10	Станочное оборудование		5840	1,9	
14	Литейное и кузнечно-прессовое оборудование		9910	3,2	
15	Освещение		61720	19,7	
16	Производственный расход		312330	99,7	
17	Субабоненты		-		
18	Технологические потери (в том числе):		1570		
19	Потери эксплуатационно неизбежные(условно-постоянные)		-		
20	Потери в питающей сети (нагрузочные)		1570	0,5	
21	Нерациональные потери		-	-	

22	Итого расход (16+17+18+21)		313900	100	
----	-----------------------------------	--	--------	-----	--

Заключительный раздел главы содержит констатирующие положения, перечисление выявленных недостатков и предложения по повышению энергоэффективности. Для лабораторного корпуса ГТУ эта часть может быть следующего содержания.

Поставщиком электрической энергии для лабораторного корпуса ГТУ является ОАО «Областные Коммунальные Системы». Поставка электрической энергии осуществляется на основе Государственного контракта №5 от 01.01.2010 г. с ОАО «ОКС», который пролонгировался в последующие годы с учётом происходящих изменений по условиям поставки и изменений стоимости услуг. Снабжение электрической энергией осуществляется через сети Обособленного Подразделения «Областная электросетевая компания», по двум линиям с кабелями марки АВБШв 4х120 мм², что соответствует ПУЭ п. 2.3.52 [1].

Электроприемники ГТУ в соответствии с представленными документами по надежности электроснабжения относятся ко второй категории, что соответствует требованиям нормативно-технической документации [2, 3].

Электроснабжающая организация не предоставляет сведения по лимитам каждого здания ГТУ, поэтому принимаются расчетный лимит потребления электроэнергии, который для лабораторного корпуса составляет 363447 кВт·ч/год.

По результатам обследования лабораторного корпуса имеются следующие замечания:

- отсутствует схема электроснабжения;
- не ведётся технический учёт потреблённой электроэнергии;
- велика доля ламп накаливания в суммарной мощности осветительной нагрузки (более 3,9%);
- в большинстве светильников с люминесцентными лампами отсутствуют современные электромагнитные и электронные пуско-регулирующие аппараты с пониженными потерями;
- для внешнего освещения применяются устаревшие светильники с лампами типа ДРЛ;
- при наличии существенной доли электродвигательной нагрузки (в суммарной мощности технологических потребителей – 46%, в суммарном годовом объёме потребления – 9%) отсутствуют устройства компенсации реактивной мощности;
- не применяются частотно-регулируемые приводы для систем вентиляции, компрессоров и насосов;

- большая часть потребителей в группах «технологические установки» и «станочное оборудование» (около 46% по установленной мощности) практически не эксплуатируются;

- ряд шкафов, щитов и щитков электротехнического назначения не имеют запирающих устройств, что противоречит п. 2.2.4. Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП) [2] и п. 1.3.11. Межотраслевых правил по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок [4];

- на двери РУ-0,4 отсутствуют предупреждающие плакаты и знаки установленного образца, на предохранительных щитках и у предохранителей присоединений отсутствуют быть надписи, указывающие номинальный ток плавких вставок, что противоречит п. 2.2.20 ПТЭЭП;

- на оборотных сторонах некоторых дверей шкафов, щитов и щитков не были обнаружены надписи, соответствующие распределению присоединений по группам, что противоречит п. 2.2.20 ПТЭЭП, в котором оговаривается, что на дверях и внутренних стенках камер ЗРУ, оборудовании ОРУ, лицевых и внутренних частях КРУ наружной и внутренней установки, сборках, а также на лицевой и оборотной сторонах панелей щитов должны быть выполнены надписи, указывающие назначение присоединений и их диспетчерское наименование;

- для части обследованных шкафов, щитов, щитков можно отметить высокую их загрязненность, что противоречит п. 2.2.17. ПТЭЭП, в соответствии с которым электрооборудование должно периодически очищаться от пыли и грязи, причём сроки очистки устанавливает ответственный за электрохозяйство с учетом местных условий, уборку помещений РУ и очистку электрооборудования должен выполнять обученный персонал с соблюдением правил безопасности.

Ключевые термины:

Установленная электрическая мощность – мощность равная сумме номинальных мощностей электроприёмников объекта энергоаудита.

Присоединённая электрическая мощность - сумма установленной мощности и мощности электрических потерь в сетях потребителя.

Баланс по потреблению электроэнергии – система показателей, характеризующая соответствие потребления электроэнергии и потерь в электрических сетях количеству электроэнергии, поступившей от электроснабжающей организации.

Краткие итоги практического занятия:

1. Основные результаты энергетического обследования содержатся в техническом отчёте.
2. Энергетическое обследование, проведённое на объектах университета в 2012 г., в соответствии с принятой классификацией является по повторяемости – первичным, по объемам проведения - комплексным, по назначению – энергоаудитом общественных и административных зданий.
3. Распределение потребления обследуемого объекта по месяцам отличается от общегородского очень высокой неравномерностью и смещением экстремумов: минимума с июня на август, а максимума с января на февраль. Это объясняется особенностями графика учебного процесса. В этих условиях особенно важно для работы без штрафных санкций со стороны энергоснабжающей организации ежемесячно контролировать электропотребление основных потребителей и своевременно корректировать его величину в сторону уменьшения или увеличения путём оформления соответствующих уведомлений в электроснабжающую организацию.
4. Целями составления баланса **потреблению электроэнергии** являются: определение структуры потребления отдельными группами электроприемников, находящихся на обследуемом объекте; разработка рекомендаций по снижению электропотребления и определение лимитов потребления на перспективный период.

Литература

1. Правила устройства электроустановок. 7-е изд. с изм. и доп. – М.: Госэнергонадзор. 2008. – 947 с.
2. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (утв. [приказом](#) Минэнерго РФ от 13 января 2003 г. N 6). – М.: Госэнергонадзор. 2003. – 675 с.
3. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. РД 34.20.501.95. – 15-е изд. – М.: ОРГРЭС. 1996. - 342 с.
4. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. РД 153-34.0-03.150-00. – 10-е изд. – М.: ОРГРЭС. 1998. - 247 с.

ТЕСТЫ ПО РАЗДЕЛУ III

«ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЁТ»

(Практические занятия 9-12)

ТЕСТ 3.1.

1. Что понимается под термином «коэффициент электрической мощности»?
 - Доля электрической энергии в энергетических ресурсах предприятия.
 - +Доля активной мощности в полной мощности электроустановки.
 - Косинус угла фазового сдвига между напряжением и током электроустановки.
 - Тангенс угла фазового сдвига между напряжением и током электроустановки.
2. Какие нормы устанавливаются ГОСТ 13109-97?
 - Нормы потребления электрической энергии.
 - Нормы потребления тепловой энергии.
 - +Нормы качества электрической энергии.
 - Нормы качества тепловой энергии.
3. В чём разница между следующими показателями качества электрической энергии: «отклонения напряжения» и «колебания напряжения»?
 - Синонимы.
 - +Отклонения – долговременные, а колебания – кратковременные.
 - Колебания меньше отклонений.
 - Колебания - периодические, а отклонения – нет.
4. Погрешность измерения потребляемой электроэнергии при энергетическом обследовании должна составлять не более:
 - +1,5 %;
 - 2,0 %;
 - погрешности измерения напряжения;
 - погрешности измерения силы тока.
5. Каково буквенное обозначение трансформаторов тока на электрических схемах?

- ТР;
 - ТТ;
 - +ТА;
 - ТІ.
6. Какова цель составления баланса потребления электроэнергии при энергоаудите?
- Определение структуры потребления электроэнергии отдельными группами электроприемников, находящихся на обследуемом объекте.
 - Сдача бухгалтерской отчетности.
 - +Выявление неучтенного потребления электроэнергии и её потерь.
 - Проверка счётчиков электроэнергии.
7. Как экспериментально определяется интенсивность тепловой инфильтрации?
- По разности температур внутри и вне помещения.
 - +По кратности воздухообмена, т.е. по тому, сколько раз в течение часа обновляется воздух в объеме данного помещения.
 - По результатам измерения скорости воздушного потока.
 - По разности давлений внутри и вне помещения.
8. Что понимается под термином «Удельная отопительная характеристика здания»?

Характеристика отопительных устройств.

+Показатель, определяющий средние тепловые потери одного кубометра здания, отнесенные к разности температур снаружи и внутри здания.

Зависимость между температурами внутри и снаружи здания.

Показатель, определяющий средние тепловые потери одного кубометра здания, отнесенные к массе теплоносителя.

ТЕСТ 3.2.

1. Что понимается под термином «неактивные составляющие мощности»?
- Малоиспользуемые составляющие.
 - Мощности, которые трудно вовлечь в производственный процесс.
 - +Реактивная мощность и мощность искажений.
 - Составляющие пассивных элементов электрических цепей.
2. Что означает показатель качества электроэнергии «несимметрия напряжений»?

- +Сумма фазных напряжений не равна нулю.
 - Действующие значения фазных напряжений превышают 220 В.
 - Действующие значения фазных напряжений превышают 380 В.
 - Фазовые сдвиги между линейными напряжениями равны $2\pi/3$ радиан.
3. Каково предельно допустимое значение коэффициента несимметрии по обратной последовательности в соответствии с ГОСТ 13109-97?
- Не нормируется.
 - +4%.
 - 10%.
 - Зависит от характера нагрузки.
4. Для чего предназначены трансформаторы напряжения?
- Для защиты от коротких замыканий.
 - +Для подключения средств измерений и релейной защиты к высоковольтным сетям.
 - Для защиты от перенапряжений.
 - Для компенсации реактивной мощности.
5. Каково предельно допустимое значение токовой погрешности трансформатора, используемых тока для подключения счётчиков электроэнергии?
- +0,5%
 - 1%
 - 5%
 - 10%
6. Что означает термин «установленная мощность»?
- +Сумма номинальных мощностей электроприёмников.
 - Сумма установленной мощности и мощности электрических потерь в сетях потребителя.
 - Суммарная мощность потребителей.
 - Мощность сторонних потребителей.

7. Что понимается под термином «отопительный эффект прибора»?

+Отношение количества фактически выделяемой прибором теплоты для создания в помещении заданных условий теплового комфорта к расчётным потерям теплоты помещением.

Тепловая мощность прибора.

Отношение количества фактически выделяемой прибором теплоты для создания в помещении заданных условий теплового комфорта к мощности прибора.

К.п.д. отопительного прибора.

Что понимается под аббревиатурой «ПРА» применительно к газоразрядным лампам?

Приборно-ремонтная аппаратура.

+Пуско-регулирующая аппаратура.

Проектно-расчётный анализ.

Перспективная разработка.

ТЕСТ 3.3.

1. Как называется мощность, характеризующая интенсивность преобразования электрической энергии в другие виды энергии?
 - Эффективная.
 - +Активная.
 - Реактивная.
 - Пассивная.
2. Каким документом регламентируется качество электрической энергии?
 - +ГОСТ 13109-97.
 - Федеральным законом № 261-ФЗ.
 - Стандартом предприятия.
 - Не регламентируется.
3. Каково предельно допустимое значение коэффициента несимметрии по нулевой последовательности в соответствии с ГОСТ 13109-97?
 - Зависит от характера нагрузки.
 - 10%.
 - Не нормируется.
 - +4%.
4. Для чего предназначены трансформаторы тока?

- +Для подключения средств измерений и релейной защиты к высоковольтным сетям.
 - Для защиты от перенапряжений.
 - Для компенсации реактивной мощности.
 - Для защиты от коротких замыканий.
5. Каково буквенное обозначение трансформаторов напряжения на электрических схемах?
- ТР
 - ТН
 - ТУ
 - +ТВ
6. Что означает термин «присоединённая мощность»?
- Мощность, которую генерирует ТЭЦ.
 - +Сумма установленной мощности и мощности электрических потерь в сетях потребителя.
 - Суммарная мощность потребителей.
 - Мощность сторонних потребителей.
7. В какой форме записывается номинальное значение коэффициента трансформации измерительных трансформаторов?
- Латинскими буквами.
 - В виде трёхзначного числа.
 - В виде десятичной дроби.
 - +В виде обыкновенной дроби.
8. Где устанавливаются счётчики коммерческого учёта электрической и тепловой энергии?
- +На границе балансовой принадлежности электрических или тепловых сетей абонента и ресурсоснабжающей организации.
 - На границе территории абонента.
 - На расстоянии не более 1 м от зданий.
 - Место установки значения не имеет значения.