

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

В. А. ШАХНИН
С. И. РОЩИНА
А. Н. СТАРИКОВ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ

Курс лекций для подготовки энергоаудиторов



Владимир 2013

УДК 621.31:69
ББК 31.280.73+38
Э65

Рецензенты:

Заслуженный деятель науки Российской Федерации,
доктор технических наук, профессор кафедры
приборостроения и информационно-измерительных технологий
Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
Л. М. Самсонов

Заведующий сектором энергетических исследований
научно-производственного объединения «ТЕХКРАНЭНЕРГО»,
кандидат технических наук
В. А. Осипов

Печатается по решению редакционно-издательского совета ВлГУ

Шахнин, В. А.

Энергетическое обследование : курс лекций для подготовки
Э65 энергоаудиторов / В. А. Шахнин, С. И. Рощина, А. Н. Стариков ;
Владим. гос. ун-т имени Александра Григорьевича и Николая Григо-
рьевича Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2013. – 139 с.
ISBN 978-5-9984-0312-5

Включает 11 лекций, посвященных актуальным вопросам энергоаудита. Каждая лекция сопровождается списком ключевых терминов и рекомендуемой литературы. Лекции сгруппированы в три дидактических модуля, после каждого приведены три теста для проверки знаний. Изложены основы государственной политики в области энерго-сбережения и энергетической эффективности. Рассмотрены понятия, цели и задачи энергетического обследования как ключевого звена реализации этой политики. Особое внимание уделено практическим аспектам проведения энергетического обследования и особенностям, обусловленным сферами деятельности его объектов. Отдельные лекции посвящены инструментальному энергетическому обследованию и техническим отчётам по результатам энергоаудита.

Предназначен для студентов, аспирантов образовательных учреждений, профессорско-преподавательского состава, руководителей, инженерно-технического и эксплуатационного персонала учреждений, а также для подготовки энергоаудиторов в системе повышения квалификации.

Рекомендован для формирования профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС 3-го поколения.

Ил. 19. Табл. 23. Библиогр.: 51 назв.

ISBN 978-5-9984-0312-5

УДК 621.31:69
ББК 31.280.73+38
© ВлГУ, 2013

О Г Л А В Л Е Н И Е

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
ВВЕДЕНИЕ В КУРС.....	7
Раздел I. Общие вопросы энергетического обследования	8
Лекция 1. ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОЛИТИКА И ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО В СФЕРЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ	8
1.1. Энергетическое обследование как инструмент повышения энергоэффективности	8
1.2. Законодательство об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и другие нормативные акты в этой области	11
Лекция 2. ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ – КЛЮЧЕВОЕ ЗВЕНО РЕАЛИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ В СФЕРЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ	14
2.1. Понятия, цели и задачи энергетического обследования.....	15
2.2. Объекты энергетического обследования	19
2.3. Субъекты энергетического обследования	20
Лекция 3. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ	27
3.1. Преддоговорный этап	27
3.2. Энергетическое обследование первого уровня.....	27
3.3. Энергетическое обследование второго уровня (углублённое энергетическое обследование).....	29
3.4. Этап оформления и согласования результатов энергетического обследования	32
Лекция 4. ВОПРОСЫ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНВЕСТИЦИЙ В ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ МЕРОПРИЯТИЯ	35
4.1. Принципы определения стоимости энергетического обследования	35
4.2. Эффективность инвестиций в энергосберегающие мероприятия по результатам энергетического обследования.....	39
Тесты по разделу I.....	48

Раздел II. Инструментальное энергетическое обследование.....	53
Лекция 5. ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ.....	53
5.1. Цели, задачи и обеспечение инструментального обследования при энергоаудите	53
5.2. Типы и виды измерений при инструментальном энергетическом обследовании	56
Лекция 6. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ С МНОГОКРАТНЫМИ НАБЛЮДЕНИЯМИ	61
Лекция 7. ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ	67
7.1. Классификация средств измерений энергетического обследования	67
7.2. Метрологические характеристики и показатели надёжности.....	69
7.3. Состав приборного парка энергетического обследования	70
Тесты по разделу II.....	77
Раздел III. Практические аспекты энергетического обследования.	
Технический отчет	82
Лекция 8. ОСОБЕННОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ СФЕРАМИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБЪЕКТОВ	82
8.1. Промышленные предприятия	82
8.2. Учреждения и организации бюджетной сферы	91
Лекция 9. Технический отчёт по результатам энергетического обследования (часть 1).....	94
9.1. Общие сведения об объекте энергетического обследования	94
9.2. Анализ электропотребления	97
Лекция 10. ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЁТ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ (часть 2)	108
10.1. Анализ теплотребления.....	109
10.2. Анализ водопотребления и водоотведения.....	114
Лекция 11. ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЁТ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ (часть 3)	117
11.1. Результаты инструментального обследования	117
11.2. Первоочередные мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности.....	123
Тесты по разделу III	128
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	134
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	136

ПРЕДИСЛОВИЕ

Россия – крупнейшая северная страна, лидирующая не только по протяжённости энергетических коммуникаций, запасам и потреблению энергетических ресурсов, но, к сожалению, и по их потерям. Организация энергосбережения в масштабах нашей страны – задача чрезвычайно актуальная и сложная, тем не менее энергосбережение из популярного лозунга постепенно превращается во всё более насущную необходимость.

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»**. В этом законе для каждого из этапов подготовки и реализации мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности сформулировали специальные требования, направленные на стимулирование рынка, активизацию профессионального сообщества и повышение значимости экономии энергии для ее потребителей, производителей и поставщиков. Снижение потребления энергоресурсов и увеличение мощности систем энергоснабжения – это взаимосвязанные процессы, которые должны рассматриваться при энергетическом планировании совместно. Исходным материалом при этом должны быть данные, полученные в результате энергетического обследования. Таким образом, энергетическое обследование является важнейшим звеном в обеспечении эффективности практически во всех секторах экономики страны, так как энергетические затраты имеют самый высокий потенциал снижения по сравнению с другими расходными статьями большинства предприятий и организаций.

В соответствии с требованиями Федерального закона № 261-ФЗ около 38 тыс. предприятий и организаций в нашей стране обязаны периодически проходить энергетическое обследование. Подготовка специалистов в этой области становится одним из приоритетных направлений работы вузов, однако отсутствие систематизированных и апробированных учебных

материалов сдерживает эту работу. Предлагаемый курс лекций посвящен обобщению и анализу опыта энергетических обследований, относящихся к периоду после вступления в силу закона № 261-ФЗ, т.е. после 27.11.2009 г., и направлен на устранение этого пробела.

Курс включает 11 лекций по актуальным вопросам энергоаудита. После каждой лекции приведены список ключевых терминов, где раскрыто их содержание, краткие итоги лекции и перечень использованной литературы. Лекции сгруппированы в три тематических модуля, каждый из которых завершается тестом для проверки знаний (три варианта).

ВВЕДЕНИЕ В КУРС

Рациональное использование энергетических ресурсов – один 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, – необходимое условие 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, так как коммунальные системы могут развиваться одновременно и с помощью энергосбережения, и создания 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 – реализация этих мероприятий. Именно тогда должны произойти серьёзные положительные сдвиги в области энергоэффективности.

Раздел I

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

Лекция 1. ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОЛИТИКА И ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО В СФЕРЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Краткая аннотация лекции: дан обзор законодательных актов, постановлений Правительства РФ, приказов Минэнерго и правил саморегулируемых объединений, определяющих порядок проведения энергетических обследований; особое внимание уделено анализу гл. 4 Федерального закона № 261-ФЗ [1], посвящённой различным аспектам энергоаудита.

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 г. № 28-ФЗ «Об энергосбережении», определил новые механизмы и инструменты реализации этой политики.

Предмет регулирования и цели нового федерального закона сформулированы в ст. 1 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 реа-

лизацией проектов в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. В ст. 15 – 18 Федерального 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, утвержденном постановлением Правительства РФ от 28 мая 2008 г. № 400, и изменениях, внесенных постановлением Правительства РФ от 20 февраля 2010 г. № 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 Федерального закона 261-ФЗ «Об энергосбережении...» серьезно изменило рынок энергоаудита. До этого энергоаудиторов было не много: номинально около 300, а фактически не более 100 организаций, для которых энергоаудит являлся основным видом деятельности, был квалифицированный персонал и инструмен-

тальное обеспечение. Рынок включал примерно 400 тыс. 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 рост количества энергоаудиторов. Уже к концу 2010 г. членов саморегулируемых организаций энергоаудиторов было примерно 2000. 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 энергетических обследований, которые насчитывают более 4000 энергоаудиторов [4]. Профессиональная квалификация большинства из них 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 энергетических обследований, 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, требующее 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, сформулированных некорректно на основании «заочного» энергообследования в формальном энергетическом паспорте. Безусловно, наведение порядка на рынке энергетического обследования в первую очередь – задача соответствующих саморегулируемых ор-

ганизаций, 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 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, для принятия законов значимы постановления правительства, глав регионов и приказы, издаваемые профильными министерствами. Таким образом, к числу важнейших документов в сфере энергетического обследования можно отнести следующие:

- Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности...»;

- **Федеральный закон Российской Федерации от 1 декабря 2007 г. № 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 из 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 Федерального закона № 261-ФЗ – закон регулирует отношения по энергосбережению и повышению энергетической эффективности.

Цель Федерального 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 лекции

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.

Библиографические ссылки

1. Россия в цифрах. 2011: краткий стат. сб. / Росстат : Изд-во Росстата РФ. – М., 2011. – 198 с. – ISBN 5-46478-974-4.

2. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации федер. закон от 23 нояб. 2009 г. № 261-ФЗ : принят Гос. Думой 11 нояб. 2009 г.: одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 18 нояб. 2009 г. // Рос. газ. – 2009. – 27 нояб. – № 226.

3. Энергоэффективность в России: скрытый резерв. – М. : Изд-во ЦЭНЭФ, 2008. – 89 с. – ISBN 5-234-04753-7.

4. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: учебник для вузов / О.Л. Данилов [и др.]; под ред. А.В. Клименко. – М. : Издат. дом МЭИ, 2010. – 424 с. – ISBN 5-98954-969-6.

5. О саморегулируемых организациях : федер. закон от 7 дек. 2007 г. № 315-ФЗ: принят Гос. Думой 16 нояб. 2007 г.: одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 23 нояб. 2007 г. // Рос. газ. – 2007. – 4 дек. – № 234.

6. Устав, Положения и Стандарты СРО НП «Союз энергоаудиторов». – М., 2010. – 210 с. – ISBN 5-65432-579-5.

Лекция 2. ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ – КЛЮЧЕВОЕ ЗВЕНО РЕАЛИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ В СФЕРЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Краткая аннотация лекции: проанализированы понятия и сформулированы цели и задачи энергетического обследования; дана классификация объектов добровольного и обязательного энергетического обследования; приведены требования к энергоаудиторам.

2.1. Понятия, цели и задачи энергетического обследования

В отношении энергетического обследования в ст. 2 Федерального закона № 261-ФЗ [1] введено 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.

Закон конкретизирует 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 их затратам, 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 гл. 4 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: 1) разработку энергетического паспорта и 2) обоснование удельных норм расхода топлива на выработку тепловой и электрической энергии, норм запаса топлива и норм 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 г., и № 3 от 13 января 2006 г.

Следует отметить, что оценка потерь в сетях проводится аудиторами для любого субъекта энергоаудита, но в большинстве случаев это приближительная 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 они 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.

Расчёт потерь в целях обоснования их норм должен проводиться по всем элементам и участкам сети, которые участвуют в энергоснабжении абонентов, а это 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, приближительная оценка. Её цель – оценить долю энергетических потерь, которые связаны 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 приближительных оценок, выработанных по результатам 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. 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 персонал.

В заключение 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 № 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 ч. 1 ст. 16 Федерального закона № 261-ФЗ объектами **обязательного энергетического обследования** являются:

- 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 10 млн руб. 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 № 261-ФЗ (27.11.2009 г.) до 31 декабря 2012 г., 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:

- 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, 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, так как потенциал энергосбережения мал и его реализация не компенсирует затраты на энергетическое обследование;
- 11 – 15 %, то рекомендуется проводить комплексный энергоаудит, так как имеется потенциал энергосбережения;
- 16 – 20 % и более, то комплексный энергоаудит необходим, так как существует значительный потенциал энергосбережения.

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

2.3. Субъекты энергетического обследования

Федеральный закон № 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.

Саморегулируемые организации создаются и функционируют в соответствии с требованиями Федерального закона № 315-ФЗ от 1 декабря 2007 г. [5]. В соответствии со ст. 2 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 согласно им иным нормативным правовым актам. Кроме того, эти документы могут устанавливать 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 СРО с помощью **плановых и внеплановых проверок**. Предмет плановой проверки соблюдение членами СРО требований стандартов, правил и условий членства в саморегулируемой организации. Продолжительность плановой проверки устанавливает постоянно действующий коллегиальный орган 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 быть направленная в саморегулируемую организацию жалоба на нарушение членом СРО требований ее стандартов и правил. 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 ней 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** осуществляет уполномоченный федеральный орган 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, утвержденном постановлением Правительства РФ от 28 мая 2008 г. № 400, и изменениях, внесенных постановлением Правительства РФ от 20 февраля 2010 г. № 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 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 (ст. 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), или 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 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 и 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 их затратам 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), предмет которого – осуществление исполнителем действий, направленных на энергосбережение и повышение энергетической эффективности использования энергетических ресурсов заказчиком.

Краткие итоги лекции

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, обязанными организовать и провести первое энергетическое обследование до 31 декабря 2012 г., 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 10 млн руб. 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.

Библиографические ссылки

1. Россия в цифрах. 2011: краткий стат. сб. / Росстат : Изд-во Росстата РФ. – М., 2011. – 198 с. – ISBN 5-46478-974-4.
2. Дубинский М. Ю. Энергоэффективность металлургической промышленности России (анализ и предложения) // Автоматизированные печные агрегаты и энергосберегающие технологии в металлургии : 2-я междунар. конф. – М.: МИСиС, 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. – М.: Изд-во Госстроя РФ, 1999. – 311 с. – ISBN 7-834-04853-6.
4. Варнавский Б.П., Колесников А.И., Федоров М.Н. Энергоаудит промышленных и коммунальных предприятий : учеб. пособие. – М.: АСЭМ, 2009. – 301 с. – ISBN 5-95791-459-6.
5. О саморегулируемых организациях : федер. закон от 7 дек. 2007 г. № 315-ФЗ: принят Гос. Думой 16 нояб. 2007 г.: одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 23 нояб. 2007 г. // Рос. газ. – 2007. – 4 дек. – № 234.
6. Устав, Положения и Стандарты СПО НП «Союз энергоаудиторов». – М., 2010. – 210 с. – ISBN 5-65432-579-5.
7. О третейских судах в Российской Федерации: федер. закон от 24 июля 2002 г. № 102-ФЗ (ред. от 21.11.2011): принят Гос. Думой 21 июня 2002 г.: одобр. Советом Федерации 10 июля 2002 г. // Рос. газ. – 2002. – 27 июля. № 137.

Лекция 3. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

Краткая аннотация лекции: представлен алгоритм проведения энергетического обследования, выделены наиболее важные этапы; определены мероприятия и работы, выполняемые на каждом из этапов, и их результаты; приведены рекомендации по продолжительности отдельных этапов и энергетического обследования в целом.

3.1. Преддоговорный этап

В комплексе работ по проведению энергоаудита независимо от специфики обследуемого объекта можно выделить ряд общих наиболее важных этапов. Преддоговорный этап длится 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 проведение 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 [1]. 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

Цель этого этапа – 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;
- изучаются структура энергозатрат и структура энергопользования;
- определяются участки нерационального расходования энергоресурсов;
- определяются направления реализации энергосберегающих проектов.

Решение этих задач требует 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, технико-экономическое обоснование (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 энергетиче-

ского 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 в 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 распределения потребления каждого энергоресурса по основным потребителям (разработка энергетических балансов) и разработка мероприятий по снижению потребления энергоресурсов. На основании анализа баланса потребления энергии оценивают фактическое состояние энергоиспользования, выявляют причины и объёмы потерь энергоресурсов; определяют рациональные размеры потребления энергоресурсов в производственных процессах и установках; формулируют 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 из 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 ежемесячном потреблении и расходе энергоресурсов;
- удельные нормы на выпуск единицы продукции и услуг;
- фонд рабочего времени, сменность;
- параметры источников теплоснабжения, электроснабжения, водоснабжения, газоснабжения, сжатого воздуха;
- схемы систем тепло-, водо-, газо-, электро- и воздухообеспечения 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. Проведению инструментального энергетического обследования посвящен отдельный раздел настоящей работы. Инструментальное обследование необходимо как для уточнения энергетического баланса, так и для разработки мероприятий по снижению потреб-

ления энергоресурсов, т. е. для достижения наиболее важных целей рассматриваемого этапа энергоаудита. Энергосберегающие рекомендации (мероприятия) разрабатываются на основе 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 рассчитываются, 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;
- средnezатратные – осуществляемые, как правило, за счет собственных средств предприятия;
- высокзатратные – требующие дополнительных инвестиций, осуществляемые, как правило, с привлечением заемных средств.

В заключение все энергосберегающие рекомендации распределяют по трем категориям, перечисленным выше и сводят в одну таблицу. В каж-

дой из категорий рекомендации располагают в порядке понижения их экономической эффективности. Такой порядок рекомендаций соответствует наиболее оптимальной очередности их выполнения. Рекомендуемая продолжительность этапа углубленного энергетического обследования энергоаудита 2 – 4 месяца.

3.4. Этап оформления и согласования результатов энергетического обследования

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

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

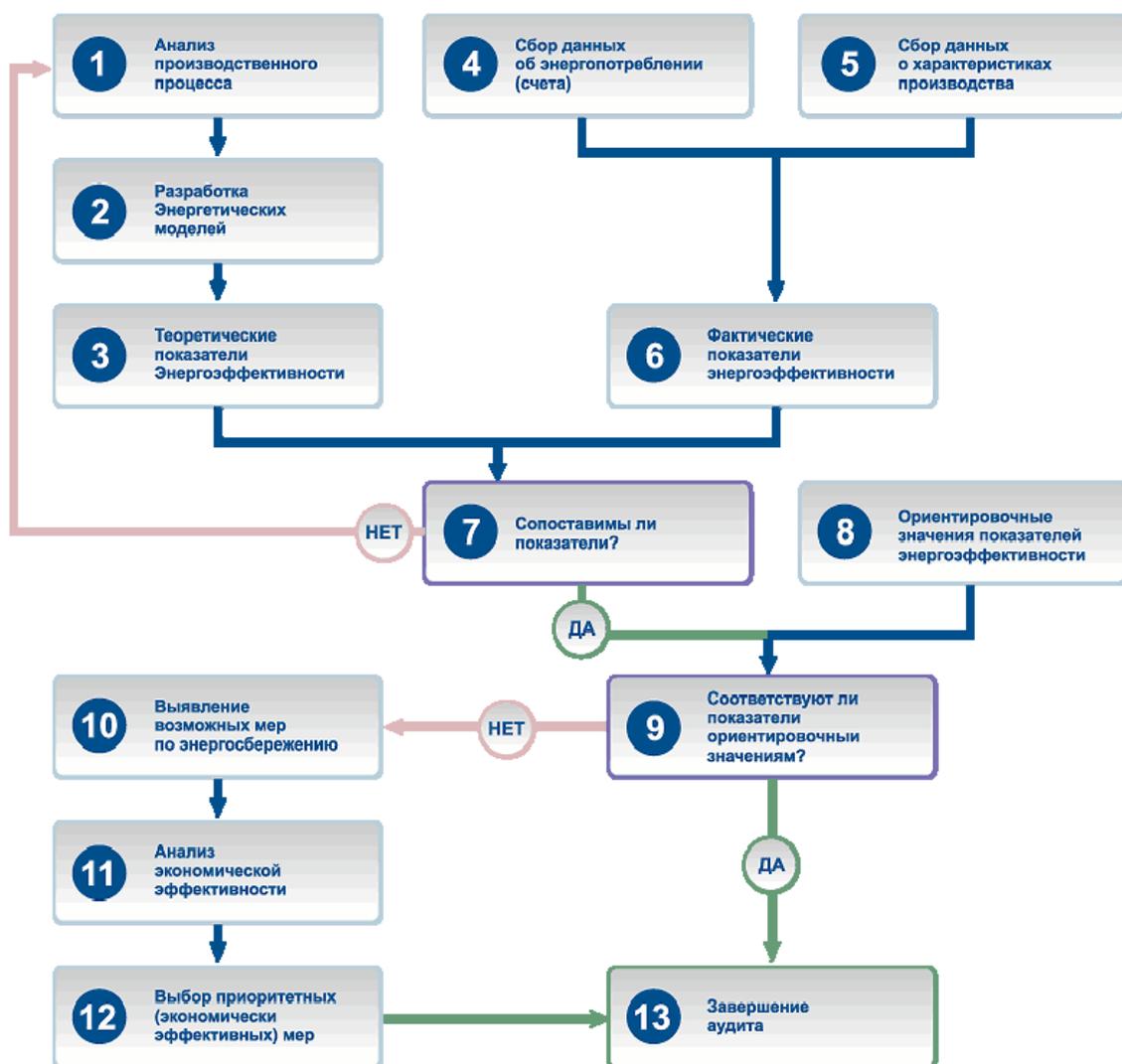
Правила по оформлению энергетического паспорта разрабатывают саморегулируемые организации в сфере энергоаудита на основе требований, установленных Приказом Минэнерго России от 19.04.2010 г. № 182 [2]. Согласованный с заказчиком энергетический паспорт направляется в СРО, членом которой является энергоаудитор, на экспертизу. Далее экспертная организация предоставляет СРО «Заключение о качестве оказанных услуг и документов по итогам проведенного энергетического обследования». 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 (рисунок).



Блок-схема алгоритма проведения энергетического обследования

Ключевые термины

Преддоговорный этап энергетического обследования – этап, который длится 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 объёма 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 лекции

1. В комплексе работ по проведению энергоаудита независимо от специфики обследуемого объекта можно выделить ряд общих наиболее важных этапов: преддоговорный, 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 сомнения в достоверности.

Библиографические ссылки

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. 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 № 182 от 19 апр. 2010 г. // Бюл. норматив. актов федер. органов исполнит. власти от 5 июля 2010 г. – М., 2010.

Лекция 4. ВОПРОСЫ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНВЕСТИЦИЙ В ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Краткая аннотация лекции: дан сравнительный анализ наиболее распространённых подходов к определению стоимости энергетического обследования; рассмотрен пример расчёта стоимости трудозатрат при проведении энергоаудита; проанализирована экономическая эффективность 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.

4.1. Принципы определения стоимости энергетического обследования

Материал предыдущей лекции позволяет составить представление о трудоёмкости энергетического обследования, которая, 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 применяют 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. 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 цена определялась на основе общепринятых прейскурантов или ценников. Вообще-то, такие документы есть. Например, ещё в 1998 г. Правительство Москвы утвердило 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 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 ценооб-

разованию 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» проводит предварительную оценку по данным заполненного опросного листа, содержащего такую информацию. Опросный лист можно скачать на сайте «Техкранэнерго» [1]. Сравнение реальной стоимости договоров с затратами промышленных предприятий на энергоресурсы позволяет выявить определенные закономерности. Например, по результатам анализа многочисленных обследований предприятий двенадцати 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 энергоёмких подразделений и производств [2, 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.

Для уточнения стоимости, по нашему мнению, целесообразен четвёртый подход, широко применяемый для инжиниринговых услуг, – оценка стоимости трудозатрат на выполнение работ. 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. Например, обозначим ме-

сячную зарплату как ЗП, она составляет 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 лекции 3, 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 лекции 3, четыре месяца занимает обследование небольшого предприятия. Три человека – это, действительно, минимум для работоспособной группы специалистов, занятых на одном объекте; размер оплаты труда специалистов такого уровня, принятый выше, не велик.

Следует отметить, 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 – 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 1 млн 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.

4.2. Эффективность инвестиций в энергосберегающие мероприятия по результатам энергетического обследования

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 указано, что расходы, необходимые для обследования, должны покрываться экономией энергоресурсов и финансовых средств, затрачиваемых на приобретение энергоресурсов [4]. Из представленных данных следует, что экономическая эффективность обследования составляет 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 теплотребляющего оборудования, тем выше эффективность снижения энергозатрат.

Анализ ситуации на разноплановых предприятиях показывает, что можно выделить три группы энергосберегающих мероприятий, обычно ре-

комендуемых энергоаудиторами: 1) устранение потерь в общезаводских системах энергообеспечения; 2) утилизация потерь в технологических процессах; 3) энергосберегающие мероприятия, требующие модернизации технологических процессов и оборудования. Возможности экономии энергоресурсов по каждой группе соизмеримы, однако эффективность инвестиций в энергосберегающие мероприятия различна. Мероприятия первой группы носят в основном организационно-технический характер и требуют минимальных затрат, так как 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 до 4 – 5 лет. Качественная, усредненная картина эффективности инвестиций в энергосберегающие программы по итогам энергетического обследования представлена на рисунке.



Эффективность инвестиций в энергосберегающие мероприятия

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].

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

Энергосберегающие проекты

Мероприятие	Относительные значения годовой экономии
Системы электроснабжения	
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 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	Определяются типами, количеством и мощностью трансформаторов
5. Повышение коэффициента мощности сети за счет: - правильного выбора электродвигателей по мощности и типу; - перевода синхронных двигателей на работу с допустимым током перевозбуждения; - установка и рациональное размещение автоматических компенсаторов неактивных составляющих мощности	Определяются 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	Определяются типами, количеством и мощностью вспомогательных механизмов
8. Своевременные поверка и ремонт приборов учета электроэнергии	...
9. Оптимизация режимов электросварки: - 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	Определяются типами, количеством и мощностью сварочного оборудования

Продолжение

Мероприятие	Относительные значения годовой экономии
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 %
- 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)	20 – 30 %
- замена электромагнитных ПРА с пониженными потерями для ЛЛ повышает светоотдачу комплекта на 6 – 26 %	30 – 40 %
- применение электронных ПРА повышает светоотдачу комплекта на 14 – 55 %	70 %
3. Применение комбинированного (общего + локального) освещения позволяет снизить интенсивность общего освещения	20 – 65 % (в зависимости от размеров вспомогательной площади)
4. Применение световых приборов нужного конструктивного исполнения с повышенным эксплуатационным КПД снижает коэффициент 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 системы отопления	Около 15 %

Продолжение

Мероприятие	Относительные значения годовой экономии
5. Установка теплоотражателя, представляющего собой теплоизоляционную прокладку с отражающим слоем, между отопительным прибором и стенкой	2 – 3 %
6. Установка конденсатоотводчиков увеличивает КПД парoisпользующего оборудования за счет уменьшения доли пролетного пара	5 – 10 %
7. Тепло вторичных энергоресурсов, в том числе 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 горячей воды, сливаемой с охлаждающих 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, поможет 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 вентиляй	...

Продолжение

Мероприятие	Относительные значения годовой экономии
Системы вентиляции	
1. Замена устаревших вентиляторов на современные	20 – 30 %
2. Применение частотного регулирования скорости вращения	20-30 %
3. Регулирование вытяжной вентиляции шиберами на рабочих местах вместо регулирования на нагнетании	До 10 %
4. Отключение вентиляционных установок во время обеденных перерывов и в нерабочее время	10 – 50 %
5. Применение блокировки индивидуальных вытяжных систем	20 – 30 %
6. Применение блокировки вентилятора воздушных завес с механизмами открывания дверей	До 70 % от потребляемой электроэнергии
7. Систематическая очистка поверхностей нагрева калориферов	До 8 – 10 %
8. 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, водозапорной арматуры, кранов, сливных бачков	...
4. Периодическое испытание сетей на утечку воды	...
5. Внедрение оборотного водоснабжения снижает потребление свежей воды, позволяет экономить электрическую энергию	До 15 – 20 %
6. Проверка и приведение параметров насосов в соответствие с характеристикой сети	...
Системы воздухообмена	
1. Периодическое измерение 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	...

Продолжение

Мероприятие	Относительные значения годовой экономии
3. Установка самозапирающихся клапанов	...
4. Раздельная работа компрессоров (при наличии пневмоприемников с различным давлением)	...
5. Соблюдение экономичных режимов работы компрессоров в зависимости от потребности в сжатом воздухе	...
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 с помощью 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 расхода 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 %

Мероприятие	Относительные значения годовой экономии
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	5 – 10 %
19. Применение современных материалов для теплоизоляции 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 лекции

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 подходов к определению стоимости энергетического обследования, на наш взгляд, относятся:

- **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.

Библиографические ссылки

1. Техкранэнерго [сайт]. – URL: <http://www.techkranenergo.ru> (дата обращения: 15.09.2012).

2. Колесников А.И., Федоров М.Н., Варфоломеев Ю.М. Энергосбережение в промышленных и коммунальных предприятиях. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 124 с. – ISBN 738-5-281-6253-1.

3. Фокин В.М. Основы энергосбережения и энергоаудита. – М.: Машиностроение-1, 2006. – 256 с. – ISBN 5-94275-279-6.

4. Зотов В.А., Трифонов Ю.Т. 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 др.] – М.: АВОК-ПРЕСС, 2005. – 120 с. – ISBN 5-67783-428-8.

ТЕСТЫ ПО РАЗДЕЛУ I

Вариант 1

1. Что является законодательной основой современной государственной политики России в сфере энергоэффективности?

- а) постановления Правительства РФ;
- б) закон № 261-ФЗ;
- в) указы Президента РФ;
- г) государственные стандарты в этой сфере.

2. Когда был введён в действие закон № 261-ФЗ?

- а) пока только принят Государственной Думой в первом чтении;
- б) 01.01.2001 г.;
- в) 23.11.2009 г.;
- г) 14.06. 2010 г.

3. Каков предмет регулирования закона № 261-ФЗ?

- а) закон регулирует отношения в сфере взаимных расчётов за энергоресурсы;
- б) закон регулирует отношения по энергосбережению и повышению энергетической эффективности;
- в) закон регулирует отношения при использовании альтернативных источников электроэнергии;
- г) закон регулирует отношения в сфере учёта затрат на энергоресурсы.

4. Что является целью закона № 261-ФЗ?

- а) создание правовых, экономических и организационных основ стимулирования энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- б) повышение энергоэффективности экономики РФ;
- в) снижение доли энергоресурсов в себестоимости продукции;
- г) препятствование расхищению энергоресурсов.

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

- а) такие статьи отсутствуют;
- б) ст. 15 – 18;
- в) статьи гл. 1 закона;
- г) пять заключительных статей.

6. Что из нижеперечисленного является обязательным для субъектов энергетического обследования?

- а) членство в саморегулируемых организациях в области проведения энергетического обследования;
- б) наличие высшего образования;
- в) стаж работы в области энергетики не менее 5 лет;
- г) наличие лицензии.

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

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

Вариант 2

1. Когда был введён в действие Федеральный закон № 315-ФЗ?

- а) пока только принят Государственной Думой в первом чтении;
- б) 01.12.2007 г.;
- в) 23.11.2009 г.;
- г) 14.06. 2010 г.

2. Какое минимальное количество субъектов профессиональной деятельности должно быть объединено для создания СРО в соответствии с законом?

- а) это законом не регламентируется;

- б) не менее 100;
- в) не менее 25;
- г) число устанавливается Уставом СРО.

3. Каково содержание понятия «энергетическое обследование»?

- а) анализ энергоэффективности;
- б) выявление перерасхода энергетических ресурсов;
- в) сбор и обработка информации об использовании энергетических ресурсов;
- г) расчёт потребностей в энергоресурсах.

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

- а) носитель, энергия которого используется или может быть использована при осуществлении хозяйственной и иной деятельности;
- б) физическая величина;
- в) вид энергии;
- г) вид топлива.

5. Что обозначается термином «энергетическая эффективность»?

- а) то же самое, что и КПД;
- б) характеристики, отражающие отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к их затратам;
- в) коэффициент мощности;
- г) доля затрат на энергетические ресурсы в себестоимости продукции.

6. Что обозначается термином «класс энергетической эффективности»?

- а) характеристика продукции, отражающая её энергетическую эффективность;
- б) характеристика продукции, отражающая её коэффициент мощности;
- в) характеристика продукции, отражающая долю затрат на энергетические ресурсы в её себестоимости;
- г) показатель надёжности.

7. Какие из нижеперечисленных лиц в соответствии с Федеральным законом № 261-ФЗ не являются объектами обязательного энергетического обследования?

- а) органы государственной власти, органы местного самоуправления, наделенные правами юридических лиц;
- б) организации с участием государства или муниципального образования;
- в) организации, осуществляющие регулируемые виды деятельности;
- г) организации, совокупные затраты которых на потребление природного газа, дизельного и иного топлива, мазута, тепловой энергии, угля, электрической энергии не превышают 10 млн руб. за календарный год.

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

- а) региональные органы власти;
- б) Государственная Дума;
- в) Совет Федерации;
- г) Минэнерго России.

Вариант 3

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

- а) от объявления тендера до начала работ по договору;
- б) два месяца;
- в) 30 дней;
- г) от даты издания приказа руководителя до начала работ по договору.

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

- а) в качестве соисполнителя;
- б) гаранта оказания исполнителем качественных услуг;
- в) контролирующего органа;
- г) вышестоящей организации.

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

- а) требующие и не требующие дополнительных инвестиций;
- б) беззатратные; низкозатратные; среднезатратные; высокозатратные;

- в) до 100 тыс. руб. и более 100 тыс. руб.;
- г) осуществляемые с привлечением заемных средств и без этого.

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

- а) постановления Правительства РФ;
- б) закон № 315-ФЗ;
- в) указы Президента РФ;
- г) государственные стандарты в этой сфере.

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

- а) на основе территориальных ценников и прејскурантов с повышающими коэффициентами;
- б) на основе годовой стоимости затрат предприятия на энергоресурсы (т. е. как фиксированной доли, выраженной в процентах);
- в) на основе оценки суммарного ожидаемого экономического эффекта от реализации энергосберегающих мероприятий по итогам энергетического обследования;
- г) 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?

- а) на основе территориальных ценников и прејскурантов с повышающими коэффициентами;
- б) на основе годовой стоимости затрат предприятия на энергоресурсы (т. е. как фиксированной доли, выраженной в процентах);
- в) на основе оценки суммарного ожидаемого экономического эффекта от реализации энергосберегающих мероприятий по итогам энергетического обследования;
- д) 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?

- а) отношения, возникающие в связи с приобретением или прекращением статуса саморегулируемых организаций.

- б) отношения по энергосбережению и повышению энергетической эффективности.
- в) отношения при использовании альтернативных источников электроэнергии.
- г) отношения в сфере учёта затрат на энергоресурсы.

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

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

Раздел II

ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ

Лекция 5. ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ

Краткая аннотация лекции: определено назначение инструментального энергетического обследования, сформулированы его цели и задачи; предложена классификация типов и видов измерений, проводимых в ходе инструментального энергетического обследования.

5.1. Цели, задачи и обеспечение инструментального обследования при энергоаудите

Как отмечалось в предыдущей лекции, в 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.

Одно из главных условий выполнения Федерального закона «Об энергосбережении...», в частности его положений о проведении инструментального энергетического обследования, – **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, в частности при 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 возможна 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, 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, относится 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 трех 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.

5.2. 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 ГОСТом [4] в за-

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 их результат 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 **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]. 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 знания 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 индустриальных помех для обеспечения требуемой точности целе-

сообразны измерения 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 целесообразно использовать и термин «метод», так как 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 можно использовать 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 лекции

1. Основные цели инструментального энергетического обследования:
 - 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 ГОСТом 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:

- **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).

Библиографические ссылки

1. Россия в цифрах. 2011: краткий стат. сб. / Росстат : Изд-во Росстата РФ. – М., 2011. – 198 с. – ISBN 5-46478-974-4.

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. – Введ. 1996-12-11. – М.: Изд-во стандартов, 1997. – 34 с.

4. ГОСТ 16263-70 (2002). ГСИ. Метрология. Термины и определения. – Введ. 1971-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 10 с.

5. ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Ч. 1. Основные положения и определения. – Введ. 2002-01-09. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 29 с.

6. ГОСТ 11.004-73. Прикладная статистика. Правила определения оценок и доверительных границ для параметров нормального распределения. – Введ. 1973-17-06. – М.: Изд-во стандартов, 1976. – 37 с.

Лекция 6. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ С МНОГОКРАТНЫМИ НАБЛЮДЕНИЯМИ

Краткая аннотация лекции: дан алгоритм 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 обследование предполагает проведение **прямых измерений с многократными наблюдениями**, так как 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.

Признаком промаха в наблюдении является его значительное удаление от центра распределения. 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_{\max} и x_{\min} – самое большое и наименьшее значения в исходных данных соответственно; \bar{x} – **среднее арифметическое значение измеряемой величины**; $\tilde{\sigma}$ – среднее квадратическое отклонение (СКО).

Полученное значение K сравнивают с табличным значением K_{Γ} . Если $K > K_{\Gamma}$, 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. 6.1 приведены значения K_{Γ} при различном числе наблюдений n при уровне значимости 0,95.

Таблица 6.1

Значения коэффициентов K_{Γ}

Объем выборки n	10	15	20	25	30	40	50	100
Предельное значение K_{Γ}	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. 6.2.

Таблица 6.2

Значения квантилей распределения

n	$q/2 \cdot 100 \%$		$(1-q/2) \cdot 100 \%$	
	1 %	5 %	96 %	99 %
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 по указаниям, приведенным в [3].

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

$$E = \pm t \cdot \tilde{\sigma}_{\bar{x}},$$

где t – коэффициент Стьюдента, значение которого зависит от доверительной вероятности P и числа наблюдений n (табл. 6.3).

Таблица 6.3

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

9. Вычисляют границы Θ_i неисключенной систематической погрешности с учетом ее 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 неисключенной систематической погрешностью и средним квадратическим отклонением результата измерения $\Theta/\tilde{\sigma}_{\bar{x}}$.

Если отношение $\Theta/\tilde{\sigma}_{\bar{x}}$ меньше 0,8, то неисключенными систематическими погрешностями пренебрегают и в качестве границы погрешности принимают результат $\Delta = E$. Если же результат $\Theta/\tilde{\sigma}_{\bar{x}} > 8$, то пренебрегают случайной погрешностью и считают границу погрешности результата $\Delta = \Theta$. В случае, когда результат вычислений лежит в интервале $0,8 < \Theta/\tilde{\sigma}_{\bar{x}} < 8$, то определение границ погрешности результата измерения Δ производят 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 неисключенной систематической погрешностей, и определяется по формуле

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

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

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

11. Результат измерения записывается 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: $P = 10,27$ кВт; $|\Delta_l| = |\Delta_h| = 0,05$, $P = 0,95$.

Ключевые термины

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

Систематические погрешности – погрешности либо постоянные во времени, либо 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 лекции

1. Наиболее часто инструментальное энергетическое обследование предполагает проведение прямых измерений с многократными наблюдениями, так как это позволяет существенно повысить достоверность результатов даже при влиянии помех различной физической природы и нестабильности режимов работы оборудования.

2. Исходный материал для прямых измерений с многократными наблюдениями – 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.

Библиографические ссылки

1. ГОСТ 8.207-76. Государственная система обеспечения единства измерений. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения. – Введ. 1976-15-04. – М.: Изд-во стандартов, 1976. – 42 с.

2. ГОСТ 11.006-74. Прикладная статистика. Правила проверки согласия опытного распределения с теоретическим. – Введ. 1974-15-11. – М.: Изд-во стандартов, 1975. – 27 с.

3. ГОСТ 11.002-73. Прикладная статистика. Правила оценки аномальности результатов наблюдений. – Введ. 1973-11-04. – М.: Изд-во стандартов, 1973. – 40 с.

4. ГОСТ 11.004-73. Прикладная статистика. Правила определения оценок и доверительных границ для параметров нормального распределения. – Введ. 1973-17-06. – М.: Изд-во стандартов, 1976. – 37 с.

5. Результаты измерений и характеристики погрешностей измерений. Форма представления, МИ 1317-86. – Введ. 1986-14-11. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 7 с.

Лекция 7. ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

Краткая аннотация лекции: приведена классификация средств измерений энергетического обследования; рассмотрены их метрологические характеристики и показатели надёжности; даны рекомендации по комплектованию приборного парка инструментального энергетического обследования.

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 применяют стационарные или специализированные портативные приборы. При проведении измерений следует максимально использовать уже существующие узлы учета энергоресурсов на предприятии или организации (коммерческие и технические). Важнейшая особенность контрольно-измерительных средств инструментального энергетического обследования – наличие у них нормированных метрологических характеристик.

7.1. Классификация средств измерений энергетического обследования

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

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

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

Измерительными приборами называются средства измерений, 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 измерений, 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 одновременные измерения и регистрацию значений энергетических параметров в различных точках обследуемого объекта. Такие системы широко применяются для проведения **балансовых измерений при энергетическом обследовании**.

Как было отмечено, инструментальное энергетическое обследование должно проводиться с помощью стационарных и портативных приборов и оборудования. К стационарным приборам и оборудованию, используемым для энергоаудита, относятся приборы коммерческого учета энергоресурсов, контрольно-измерительная и авторегулирующая аппаратура, приборы климатического наблюдения и другое оборудование, установленное на объекте энергоаудита. Все измерительные устройства 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 регистраторам, компьютерам и другим внешним устройствам. Портативные приборы должны иметь автономное питание, быть компактными, мало весить, чтобы проводить обслуживание на объекте мог один человек.

7.2. 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* – это выраженная в процентах максимально допустимая основная приведённая погрешность средства измерения. Термин «основная» означает погрешность, возникшую 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 инструментального энергетического обследования. Согласно ГОСТу [3] надёж-

ность – 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.

7.3. 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 трех 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 дополнить. В первую очередь в перечисленный выше набор следует включить:

- анализатор качества электроэнергии ;
- тестер электроизоляции;
- тестер заземления;
- микроомметр для проверки контактных сопротивлений;
- дополнительный ультразвуковой расходомер для сведения баланса в гидравлических сетях;
- 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 таблице.

Приборы для энергоаудита

Наименование, марка прибора	Назначение	Краткая характеристика	Изготовитель
<p>Расходомер ультразвуковой переносной Portaflow 300</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Измерение расхода воды в сетях отопления, холодного и горячего водоснабжения без врезки в трубопровод. • Определение утечек воды и потерь тепловой энергии. • Архивация измерений 	<ul style="list-style-type: none"> • Диаметр трубопровода 13 ÷ 5000 мм • Диапазон скоростей потока 0,2÷12 м/с • Измеряемая температура жидкости -20 ÷ 200 °С; погрешность ±3 % 	"Micronics Ltd", Великобритания
<p>Толщиномер Sonagage II</p> 	Входит в состав оборудования для определения расходов воды и тепловой энергии	Диапазон измерения 1 ÷ 155 мм	"Micronics Ltd", Великобритания
<p>Термометр цифровой N9008</p> 	Измерение температур твердых поверхностей, газа, жидкостей, сыпучих материалов и т.д.	Диапазон измерения -50 ÷ 600 °С	"Comark LTD", Англия
<p>Термометр цифровой малогабаритный ТЦМ 9210-М2-03/03П</p> 		Диапазон измерения -50 ÷ 600 °С	НПП "ЭЛЕМЕР", Московская обл.

Наименование, марка прибора	Назначение	Краткая характеристика	Изготовитель
<p>Люксметр цифровой RS</p> 	Измерение уровня освещенности производственных, бытовых помещений и т.д.	Диапазон измерения 5 ÷ 100000 лк	Тайвань
Люксметр Ю116		Диапазон измерения 5 ÷ 100000 лк	ПО "Вибратор", г. Нея
<p>Тахометр цифровой КМ6003</p> 	Измерение скорости вращения	Частота вращения 3 – 99999 об/мин	Англия
<p>Инфракрасный электронный термометр RAYST60</p> 	Дистанционное измерение температур поверхностей (в недоступных для контактного измерения местах)	Диапазон измерения –32 ... 600 °С	РАУТЕК, Германия
<p>Электронный газоанализатор «Quintox» КМ 9106</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Контроль состава отходящих газов топливосжигающих установок. • Режимная настройка котлов с целью снижения потребления топлива 	<ul style="list-style-type: none"> • Измеряет концентрацию O₂, CO, CO₂, SO₂, NO, NO₂, H₂S. • Рассчитывает коэффициенты избытка воздуха и потерь. • Измеряет давление 	“Kane International”, Англия
<p>Газоанализатор ДАГ-16</p> 		<ul style="list-style-type: none"> • Измеряет концентрацию O₂, CO, CO₂, SO₂, NO, NO₂, H₂S. • Рассчитывает коэффициенты избытка воздуха и потерь. • Измеряет давление 	СП "ДИТАНГАЗ", Нижний Новгород

Наименование, марка прибора	Назначение	Краткая характеристика	Изготовитель
Термоанемометр цифровой переносной КМ4007 	Измерение скоростей воздуха и температуры в вентиляционных и других системах	<ul style="list-style-type: none"> • Скорость потока 0÷30 м/с • Температура 0 ÷ 70°C 	Comark Limited, Англия
Электроанализатор AR.5 	Анализ количества и качества электроэнергии	Регистрация параметров трехфазных сетей 220/380 В, а также высоковольтных сетей	CIRCUTOR GRUP, Испания
Датчик тока CP5	Подключение электроанализатора AR.5 без врезки к измерительным цепям высоковольтных электроустановок	Диапазон измерения 1 – 5 А	CIRCUTOR GRUP, Испания
Инфракрасная камера (тепловизор) NEC TH5104 	Дистанционное измерение полей температур поверхностей	<ul style="list-style-type: none"> • Диапазон измерений –10 ... 800 °С • Спектральный диапазон 3 – 5 мкм 	Япония

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 – средство 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 – совокупность средств измерений и вспомогательных устройств, соединённых между собой каналами связи и обеспечивающих одновременные измерения и регистрацию значений энергетических 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 лекции

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 – важнейшее условие успешного проведения инструментального энергетического обследования. Надёжность – это комплексное свойство, которое включает в себя безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость.

Библиографические ссылки

1. ГОСТ 22261-94 (2002). Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия. – Введ. 1996-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 16 с.

2. ГОСТ 8.401-80 (2002). ГСИ. Классы точности средств измерений. Общие требования. – Введ. 1981-01-07. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 12 с.

3. ГОСТ 27.002-89. Надёжность в технике. Основные понятия. Термины и определения. – Введ. 1989-19-01. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 29 с.

4. ГОСТ Р 51541-99. Энергосбережение. Энергетическая эффективность. Состав показателей. Общие положения. – Введ. 2000-18-01. – 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

Вариант 1

1. Что из нижеперечисленного является отличительной особенностью инструментального энергетического обследования?

- а) наличие квалифицированного кадрового обеспечения;
- б) применение современных методик проведения обследования;
- в) наличие достоверного информационного обеспечения;
- г) использование специальных технических средств для измерения физических величин или контроля параметров объектов энергоаудита.

2. Какая из электрических величин входит в число основных системы СИ?

- а) мощность;
- б) напряжение;
- в) сила тока;
- г) заряд.

3. Что называется размерностью электрической величины?

- а) это синоним единицы измерения;
- б) формула, связывающая эту величину с основными физическими величинами системы;
- в) это синоним термина «размер электрической величины»;
- г) значение физической величины.

4. Каков минимальный объём подготовки энергоаудиторов (в часах)?

- а) определяется саморегулируемой организацией;
- б) 72 ч;
- в) 240 ч;
- г) не определён нормативными документами.

5. Можно ли экспериментально определить истинное значение электрической величины?

- а) можно при наличии точных приборов;
- б) нельзя;

- в) можно;
- г) можно, если известен закон её изменения.

6. Какая погрешность является антиподом систематической погрешности?

- а) любая;
- б) методическая;
- в) динамическая;
- г) случайная.

7. Что означает термин «точность измерения»?

- а) качество измерения, отражающее наличие только случайных погрешностей;
- б) качество измерения, отражающее близость результата измерений к истинному значению измеряемой величины;
- в) малую погрешность;
- г) качество измерения, отражающее наличие только систематических погрешностей.

8. Что такое «доверительная вероятность»?

- а) приблизительное значение;
- б) вероятность высокой точности измерения;
- в) вероятность нахождения истинного значения в доверительном интервале;
- г) вероятность появления погрешности.

Вариант 2

1. Что из нижеперечисленного нельзя отнести к целям инструментального энергетического обследования?

- а) получение количественных данных об объеме используемых энергетических ресурсов;
- б) корректировку информации, которая может быть получена из документов и не вызывает сомнения в достоверности;
- в) определение количественных показателей энергетической эффективности;

г) определение количественных данных о потенциале энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

2. Какое из выражений является корректным?

- а) смерить напряжение;
- б) измерить значение напряжения;
- в) измерить силу тока;
- г) определить напряжение.

3. Показания вольтметра класса точности 1.0 при измерении в диапазоне с пределом 100 В составляют 50 В. Каково значение относительной погрешности?

- а) 0,5 %;
- б) 1 %;
- в) +2 %;
- г) 5 %.

4. Что такое «доверительная вероятность»?

- а) приблизительное значение;
- б) вероятность высокой точности измерения;
- в) вероятность нахождения истинного значения в доверительном интервале;
- г) вероятность появления погрешности.

5. Во сколько раз оценка среднего квадратического отклонения 17 результатов наблюдений больше оценки среднего квадратического отклонения результата измерения (среднего арифметического)?

- а) значения оценок одинаковы;
- б) в 4 раза;
- в) в 17 раз;
- г) это зависит от точности измерений.

6. Какая погрешность является антиподом методической погрешности?

- а) случайная;
- б) временная;
- в) динамическая;
- г) инструментальная.

7. Что в соответствии с ГОСТом понимается под термином «метод измерения»?

- а) совокупность приёмов использования принципов и средств измерений;
- б) способ измерения;
- в) методика измерения;
- г) совокупность приёмов обработки результатов.

8. Что в соответствии с ГОСТом понимается под термином «систематические погрешности»?

- а) систематически появляющиеся погрешности;
- б) погрешности или постоянные во времени, или изменяющиеся по детерминированным законам;
- в) систематизированные погрешности;
- г) неустраняемые погрешности.

Вариант 3

1. Каков минимальный объём подготовки энергоаудиторов (в часах)?

- а) определяется саморегулируемой организацией;
- б) 72 ч;
- в) 240 ч;
- г) не определён нормативными документами.

2. Что из нижеприведённого является постулатом теории измерений?

- а) истинное значение физической величины можно определить путём измерений;
- б) экспериментально истинное значение физической величины определить невозможно;
- в) результат измерения может быть истинным значением физической величины;
- г) результат измерений может быть принят за истинное значение.

3. Можно ли усилитель напряжения отнести к средствам измерения?

- а) можно при наличии паспорта;
- б) можно, если он избирательный;
- в) нельзя;
- г) можно, если он имеет нормированные метрологические характеристики.

4. Какое из выражений является корректным?

- а) смерить напряжение;
- б) измерить значение напряжения;
- в) измерить силу тока;
- г) определить напряжение.

5. Что называется мерой электрической величины?

- а) размер физической величины;
- б) предельно допустимое значение электрической величины;
- в) средство измерения для воспроизведения электрической величины заданного размера;
- г) синоним единицы измерения.

6. Какая погрешность является антиподом абсолютной погрешности?

- а) максимальная;
- б) методическая;
- в) относительная;
- г) случайная.

7. Во сколько раз оценка среднего квадратического отклонения 17 результатов наблюдений больше оценки среднего квадратического отклонения результата измерения (среднего арифметического)?

- а) значения оценок одинаковы;
- б) в 4 раза;
- в) в 17 раз;
- г) это зависит от точности измерений.

8. Что такое «гипотеза о нормальности распределения погрешностей»?

- а) предположение, что погрешности имеют допустимые значения;
- б) предположение, что погрешности имеют недопустимые значения;
- в) предположение, что случайные погрешности имеют нормальный закон распределения;
- г) предположение, что погрешности не превышают нормы.

Раздел III

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

Лекция 8. ОСОБЕННОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ СФЕРАМИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБЪЕКТОВ

Краткая аннотация лекции: проанализированы причины, определяющие сложность проведения энергоаудита на промышленных предприятиях – большие объёмы потребления энергоресурсов и тесная технологическая взаимосвязанность различных энергетических систем; определены группы наиболее энергоёмких потребителей для бюджетных учреждений различного профиля.

8.1. Промышленные предприятия

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 энергоёмкости 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 и реализацию энергосберегающих реко-

мендаций, 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 особенно сложен из-за взаимосвязанности и больших объёмов 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. 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].

К числу важнейших объектов энергоаудита промышленного предприятия относятся следующие.

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 10/6/0,4 кВ. По результатам инструментального обследования этих систем составляют 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 регистрируют показания счётчиков активной и реактивной энергии. Для фидеров производят периодические измерения токов, напряжений, активных и неактивных составляющих полной мощности. По результатам измерений строят суточные и недельные графики изменения электрических величин, формируют 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 относятся: отклонение, колебания, несинусоидальность и несимметрия напряжения.

Отклонение напряжения от номинального значения определяется формулой $\delta U_y = \frac{U_y - U_{НОМ}}{U_{НОМ}} 100 \%$, где U_y и $U_{НОМ}$ – установившееся усреднённое действующее и номинальное действующее значения напряжения.

Для этого показателя интервал усреднения составляет 60 с, 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, определяются либо по размаху, либо по кратковременной и длительной дозам фликера. Поэтому согласно ГОСТу предельно допустимые значения этих параметров для точек общего присоединения в сетях 0,38 кВ составляют соответственно 10 % от номинального значения и 1,38 или 1,0. При наличии у потребителя ламп накаливания предельные дозы фликера снижаются до значений 1,0 или 0,74.

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

$$K_U = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^N U_{(i)}^2}}{U_{(1)}} 100\%,$$

где $U_{(1)}$, $U_{(i)}$ – действующие значения соответственно первой и i -й гармоник напряжения; N – количество учитываемых гармоник (установлено ГОСТом), ($N = 9$). 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

$$K_{0U} = \frac{\sqrt{3}U_{0(1)}}{U_{1(1)}} 100\%,$$

где $U_{0(1)}$ – 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 «Portaflo» с накопителем информации «Squirrel 1003» (Англия), «Sonoflo» и «Sonocal» (Дания) и др., имеющие аттестацию Госстандарта РФ. Измерения следует проводить в течение одних суток. Необходимо также исследовать рабочие характеристики насосов: коэффициентов включения и коэффициентов загрузки.

Для измерения давления применяют 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 °С, 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 техники 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 его плотный контакт с очищенной от краски и ржавчины поверхностью трубопровода. Проведение обследования с помощью обычных показывающих или записывающих приборов неэффективно и очень трудоемко, поскольку требуется одновременная регистрация большого количества параметров в течение продолжительного времени. Именно поэтому для энергоаудита следует в первую очередь использовать портативные расходомеры.

Погрешность измерения не должна превышать:

- для расходов – 2,5 %;
- давлений – 0,1 кгс/см²;
- температур – 0,1 °С.

Системы отопления. При энергетическом обследовании измеряют 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 влажность 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 системы 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, определяют качество питательной и продувочной воды, уточняют 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 форми-

руется график изменения активной нагрузки. Для индуктивных и дуговых печей дополнительно измеряют реактивную мощность и параметры качества электроэнергии. Кроме того, проводят измерения массы, теплоемкости, скорости или частоты загрузки температур наружных поверхностей по всему тракту, уточняют характеристики электропривода вытяжных вентиляторов и дымососов. 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 характеристики 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 отражены 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 на предприятиях, имеющих собственные котельные, одним из основных этапов энергетического обследования являются инструментальные обследования котельных. Для этого 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	Прибор
Концентрации O ₂ , CO ₂ , CO, NO _x , NO ₂ , SO ₂ , коэффициент избытка воздуха	Анализатор горения электронный КМ 9006 «Quintox»
Расход жидкостей с температурой до 200 °С	Ультразвуковой расходомер жидкости «Portaflow 300»
Измерение толщины стенок металлических труб	Ультразвуковой толщиномер «SONAGAGE»
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
Измерения расхода	• Скорость потока жидкости	(0...10) м/с	< ± 3 %
	• Скорость потока воздуха	(0...30) м/с	< ± 3 %
Измерения температуры	Температура	-199...1300 °С	< ± 1 °С

Окончание табл. 8.2

Вид измерений	Измеряемые физические величины	Обеспечиваемые предельные значения	
		Диапазон измерений	Погрешность
Измерения состава и свойств веществ	• Концентрация отходящих газов топливопотребляющих установок:		
	- окись углерода (CO)	100 ... 10000 %	± 10 %
	- двуокись углерода (CO ₂)	0,3 ... 20 %	± 1,5 %
	- окись азота (NO)	25 ... 5000 %	± 5 %
	- двуокись азота (NO ₂)	50 ... 1000 %	± 5 %
	- двуокись серы (SO ₂)	25 ... 5000 %	± 5 %
	- кислород (O ₂)	0,25 ... 25 %	± 1 %
	- углеводороды (C _x H _y)	0,25 ... 5 % (по метану)	± 5 %
	• 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 %	

8.2. Учреждения и организации бюджетной сферы

В этом разделе рассмотрены 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 ди-

агностики и физиолечения (до 20 – 30 %) и снижение доли осветительной нагрузки. По тепловой энергии в медицинских учреждениях можно выделить три группы потребителей: системы отопления, горячего водоснабжения 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 оргтехника (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 % 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 четыре 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 оргтехника (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 согласно государственному (муниципальному) заданию, осуществляется за счет средств соответствующего бюджета на основе бюджетной сметы.

Краткие итоги лекции

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 объёмов 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.

Библиографические ссылки

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. – Введ. 2000-01-09. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 29 с.

3. ГОСТ 13109-97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Введ. 1999-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1999. – 19 с.

4. ГОСТ Р 51387-99. Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение. – Введ. 1999-30-11. – 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. – 198 с. – ISBN 6-46353-449-6.

Лекция 9. ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЁТ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ (часть 1)

Краткая аннотация лекции: структура и содержание технического отчёта рассмотрены на примере отчёта по результатам энергетического обследования лабораторного корпуса технического университета – типичного объекта бюджетных учреждений образования; в лекции представлены разделы отчёта, содержащие общие сведения об обследуемом объекте и анализ системы электроснабжения.

9.1. 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. 9.1. 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 9.1

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

№ п/п	Характеристика	Единица измерения	Значение
1	Постройка	год	1968
2	Полный объём	м ³	57078
3	Объём выше уровня земли	»	50263
4	Площадь в плане	м ²	3774
5	Площадь цокольного этажа (теплый подвал)	м ²	2070
6	Общая площадь помещений	м ²	16720
7	Периметр	м	420,3
8	Высота над уровнем земли	»	16,5; 7,7
9	Высота до уровня земли (подвал)	»	2,50
10	Число этажей	шт.	5
11	Высота от пола до потолка	м	3,0
12	Толщина межэтажных перекрытий	»	0,35
13	Крыша (материал, толщина)	»	– рубероид (0,016×3 = 0,048); – стяжка цементная (0,04); – гравий керамзитовый (0,022); – пароизоляция (рубероид, 0,005); – стяжка выравнивающая цементная (0,015); – железобетонное перекрытие (0,22) Σ = 0,35 м

Окончание табл. 9.1

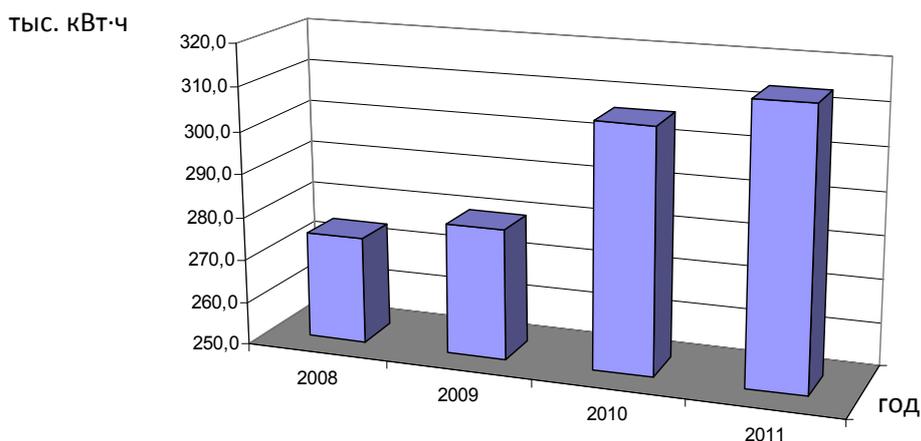
№ п/п	Характеристика	Единица измерения	Значение
14	Число рабочих входов	шт.	1
15	Число запасных входов	»	5
16	Наличие тамбуров на входах	»	5
17	Количество окон	»	708
18	Площадь остекления	м ²	3766,8
19	Стены, материал, толщина	м	Железобетонные панели (0,30)
20	Теплоизоляция стен (материал, толщина)	м	Минеральная плита (0,05)
21	Наружная отделка стен (материал, толщина)	»	Фактура ж/б панели (0,005)
22	Внутренняя отделка стен (материал, толщина)	»	Штукатурка и/или керамическая плитка (0,01)
23	Толщина стен с отделкой	»	0,32
24	Толщина стен без отделки	»	0,30
25	Материал окон	–	ПВХ
26	Толщина воздушной прослойки	»	0,015
27	Толщина стёкол	»	0,003
28	Расстояние от пола до начала окна	»	0,80
29	Расстояние от пола до верха окна	»	2,9
30	Материал дверей и рабочего входа	–	Сталь, алюминий и стеклопакет
31	Двери запасных входов	м	Сталь (0,004)
32	Утеплитель дверей (материал, толщина)	»	Теплоизол (0,04)
33	Материал пола	–	Бетон
34	Покрытие пола (материал, толщина)	м	Линолеум (0,005)
35	Утеплитель пола (материал, толщина)	»	Гравий керамзитовый (0,1)
36	Состояние крыши	–	Неудовлетворительное
37	Состояние стен	–	Удовлетворительное
38	Состояние пола	–	Удовлетворительное
39	Состояние окон	–	Удовлетворительное
40	Состояние межэтажных перекрытий	–	Удовлетворительное
41	Состояние дверей	–	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.

9.2. Анализ электропотребления

Анализ электропотребления отражен в третьей главе 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 трансформаторный 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. 9.1 – 9.3).



год	2008	2009	2010	2011
тыс. кВт·ч	274,6	280,0	306,4	313,9

Рис. 9.1. 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.

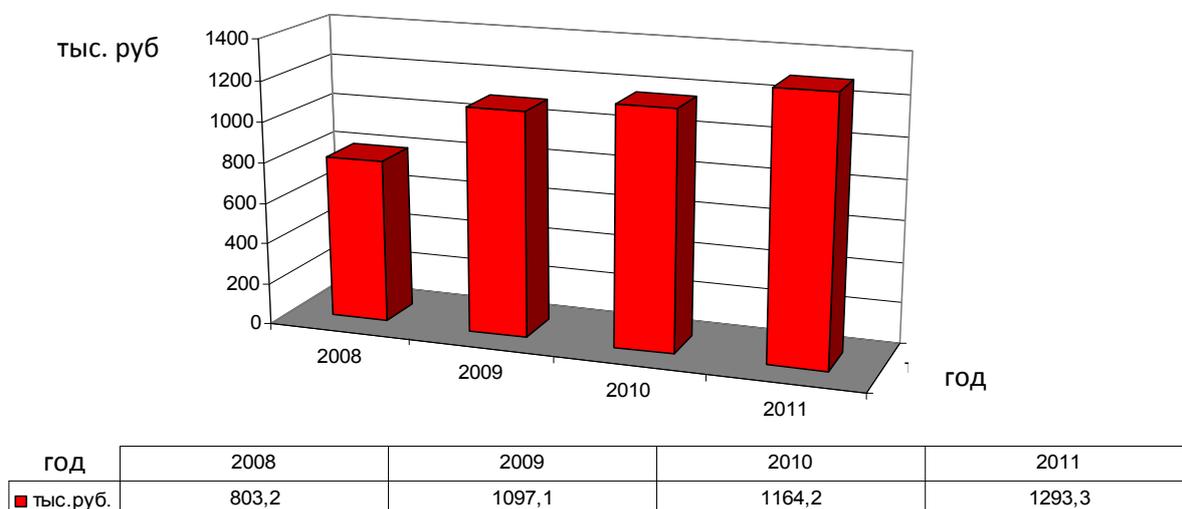


Рис. 9.2. Диаграмма финансовых затрат

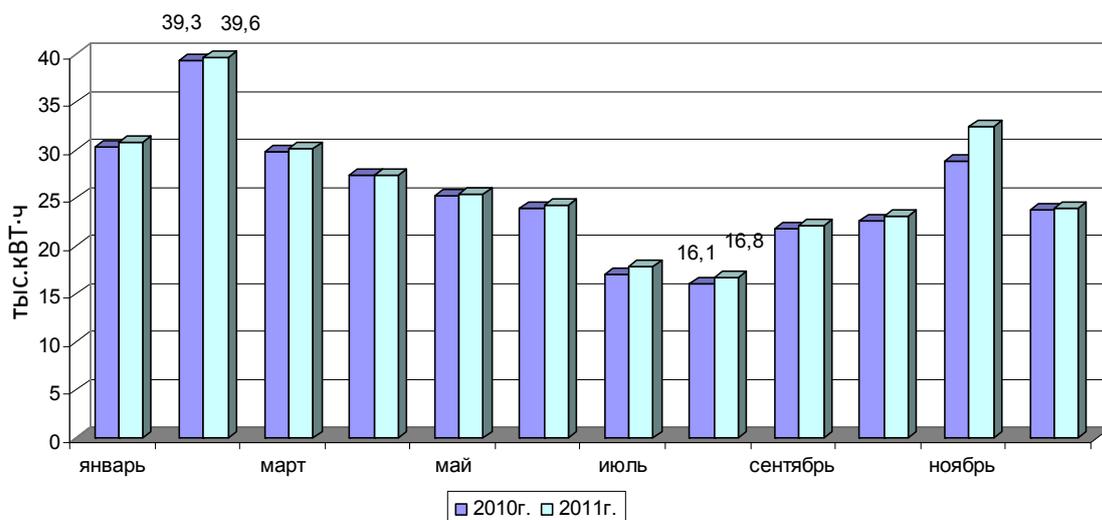


Рис. 9.3. Диаграмма потребления электроэнергии в течение года

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. 9.2 – 9.4 и на рис. 9.4 представлены сведения о значениях и структуре установленной мощности лабораторного корпуса ГТУ, которые являются типичными для технических факультетов вузов.

Таблица 9.2

Сведения об установленной мощности системы освещения

Оборудование	Единичная мощность, Вт	Количество, шт.	Общая мощность, кВт
Лампы накаливания	60	40	2,4
Светильники люминесцентные с ЭмПРА	120	486	58,32
Лампы энергосберегающие	–	–	–
Лампы ДРЛ	250	6	1,5
<i>Итого</i>	430	532	62,22

Таблица 9.3

Сведения об установленной мощности

Оборудование	Количество, ед.	Мощность оборудования, кВт		Среднее время использования за сутки, ч
		Уровень напряжения 220 В	Уровень напряжения 380 В	
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 оборудование	54	278,1	–	3
Печи электрические	19	90,33	100	1
Сушильные шкафы	5	–	10,88	1
Установка «RAPIDO»	1	–	125	1

Окончание табл. 9.3

Оборудование	Количество, ед.	Мощность оборудования, кВт		Среднее время использования за сутки, ч
		Уровень напряжения 220 В	Уровень напряжения 380 В	
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
<i>Итого</i>	180	417,08	933,01	36,78

Таблица 9.4

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
<i>Итого</i>	1445,1	100,00

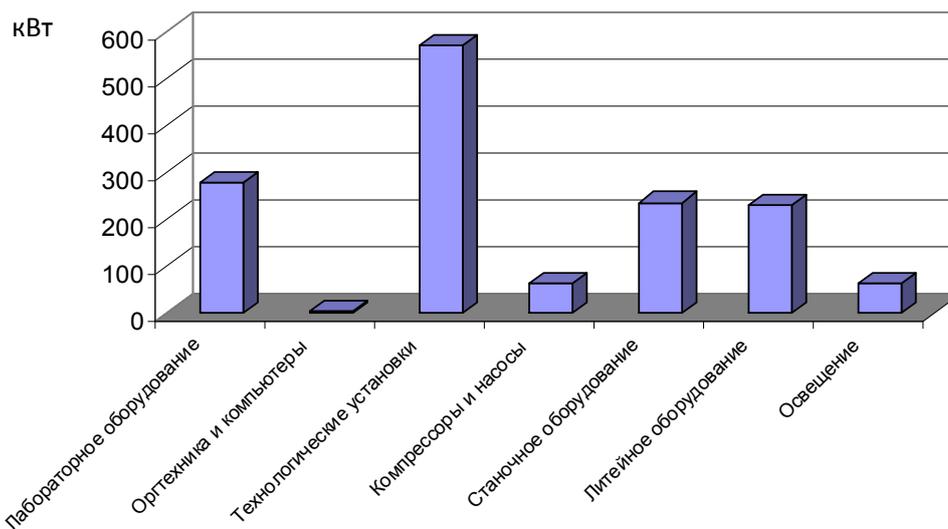


Рис. 9.4. Диаграмма мощностей основных групп потребителей

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

Таблица 9.5

Распределение потребления электроэнергии за 2011 г.
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
<i>Итого</i>	312,33

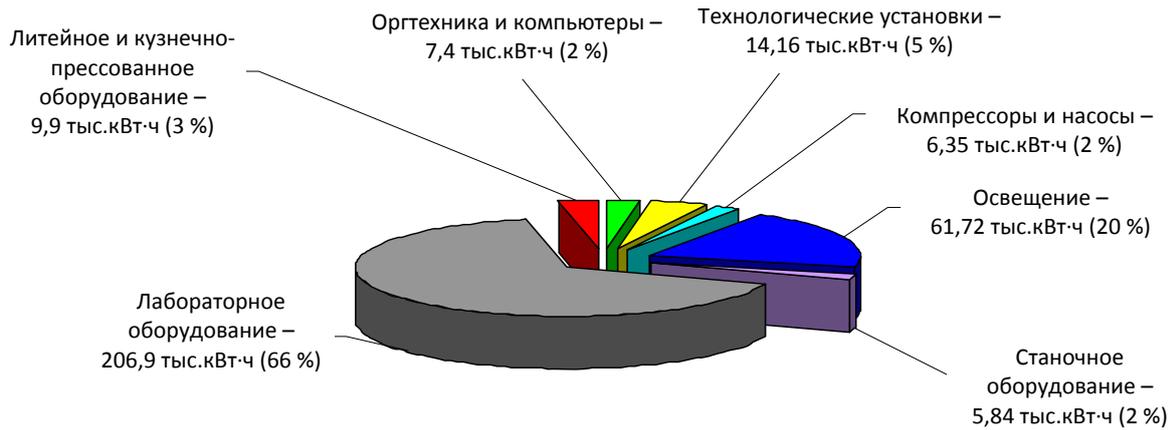


Рис. 9.5. Диаграмма годового потребления электроэнергии

Для анализа динамики электропотребления отчёт должен содержать сведения о потреблении электроэнергии и финансовых затратах на это за последние четыре года эксплуатации здания (на момент проведения обследования). Эти сведения целесообразно представить в виде диаграмм (см. рис. 9.1 и 9.2).

Важной составляющей присоединённой мощности является мощность электрических потерь в сетях потребителя. Потери в питающей сети лабораторного корпуса университета определяют 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 $k_{0,38}$ – 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; φ – фазовый сдвиг между напряжением и током на головном участке; $L_{\text{экв}}$ – эквивалентная длина линии; k_3 – коэффициент заполнения графика; N – количество линий.

Следует отметить, что эта формула дает весьма приближенные результаты, 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

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

где $L_{\text{М}}$ – длина магистрали; L_{2-3} – длина двухфазных и трехфазных ответвлений; L_1 – длина однофазных ответвлений.

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

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

где k_u – коэффициент, принимаемый равным 1 для линий 380/220 В и равным 3 для линий 220/127 В; d_p – доля энергии, отпускаемой сторонним потребителям.

Коэффициент k_N определяется по формуле:

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

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 шести проводных, находящихся на балансе университета. На этих линиях сторонние потребители отсутствуют, поэтому $d_p = 0$, следовательно, значения коэффициентов $k_{0,38}$ и k_N следующие:

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

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

Результаты расчета эквивалентных длин линий приведены в табл. 9.6.

Таблица 9.6

Протяженность линий электропередачи

ЛЭП	Длина магистрали $L_{\text{М}}$, км	Длина двух- и трехфазных 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. 9.7.

Таблица 9.7

Потери в линиях электропередачи

ЛЭП	F_{Γ}	$L_{\text{ЭКВ}}$	$W_{0,38}$	Д	$k_{0,38}$	k_N	N	k_3	tgφ	$\Delta W_{0,38}$
	мм ²									км
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 % общего потребления.

Полученные результаты позволяют составить **баланс по потреблению электроэнергии** для учебного корпуса. Основная цель составления баланса – 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:

$$\mathcal{E}_i = P_{уст.i} \cdot K_{Ci} \cdot T_{pi} \cdot 10^{-3},$$

где $P_{уст.i}$ – суммарная установленная активная мощность электроприемников i -й группы; K_{Ci} – коэффициент спроса электроприемников i -й группы; T_{pi} – годовое число часов работы электроприемников i -й группы, ч.

Значения K_{Ci} и T_{pi} 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:

$$P_{уст}^{осв} = P_{уст}^{л.н} + P_{уст}^{л.л} K_{ПРА},$$

где $P_{уст}^{л.н}$ и $P_{уст}^{л.л}$ – 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 также входят расчетно-нормативные потери в электрической сети. Наличие разницы между приходной и расходной частями баланса свидетельствует в большинстве случаев о неучтенных потерях или потребителях. Баланс представлен в табл. 9.8.

Таблица 9.8

Баланс потребления электроэнергии

№ п/п	Статья прихода/расхода	Суммарное потребление, кВт · ч	Расчетно-нормативное потребление с учетом нормативных потерь	
			кВт · ч	%
I. ПРИХОД				
1	Сторонний источник	313900	–	–
2	Собственная ТЭС	–	–	–
3	Резервный дизель-генератор	–	–	–
4	Транзит мощности	–	–	–
	<i>Итого приход (1 + 2 + 3 – 4)</i>	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	–	1570	–
	потери эксплуатационно неизбежные (условно-постоянные)	–	–	–
	потери в питающей сети (нагрузочные)	–	1570	0,5
19	Нерациональные потери	–	–	–
20	<i>Итого расход (16 + 17 + 18 + 19)</i>	–	313900	100

Заключительный раздел главы содержит констатирующие положения, перечисление выявленных недостатков и предложения по повышению энергоэффективности. Для лабораторного корпуса ГТУ в нее может быть включена следующая информация.

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 был пролонгирован 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 АВБбШв 4х120 мм², что соответствует ПУЭ п. 2.3.52 [1].

Электроприемники ГТУ согласно представленным документам 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 принимается расчетный лимит потребления электроэнергии, который для лабораторного корпуса составляет 363 447 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 пускорегулирующие 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 предо-

- хранителей присоединений отсутствуют 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 установок, сборках, а также на лицевой и оборотной сторонах панелей щитов должны быть выполнены надписи, указывающие назначение присоединений и их диспетчерское наименование;
 - часть обследованных шкафов, щитов, щитков очень загрязнены, 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, соблюдая правила 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 электропитающей организации.

Краткие итоги лекции

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 по **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.

Библиографические ссылки

1. Правила устройства электроустановок : утв. приказом Минэнерго России от 8 июля 2002 г. № 204. – 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. № 6: ввод в действие с 01.07.03. – М.: Госэнергонадзор, 2003. – 675 с.

3. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации: РД 34.20.501.95: утв. 24 авг. 1995 г. – 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.

Лекция 10. ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЁТ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ (часть 2)

Краткая аннотация лекции: структура и содержание технического отчёта рассмотрены на примере отчёта по результатам энергетического обследования лабораторного корпуса технического университета – типичного объекта бюджетных учреждений образования; в лекции пред-

ставлены разделы отчёта, содержащие анализ систем теплоснабжения, водоснабжения и водоотведения.

10.1. Анализ теплотребления

Теплоснабжение корпуса осуществляет ОАО «Областные коммунальные системы» по государственному контракту № 86 от 01.01.2010 г.

Лимит потребления тепловой энергии составляет 2300,0 Гкал на 2010 год в натуральном выражении, в стоимостном – 2703,02 тыс. руб. Реальное количество тепловой энергии 2272,04 Гкал. Максимальная часовая нагрузка составила 0,279 Гкал/ч.

Ежесуточные показания теплосчётчика ИБМ ТЭН-05М № 36451 лабораторного корпуса фиксируются в журнале учёта тепловой энергии с передачей в «ОКС» выписки с данными 15 и 30 (31) числа текущего месяца. Право на предварительную (не менее чем за 30 дней до начала квартала) совместную корректировку объёмов потребления теплоэнергии в соответствии с п. 3.2.1 контракта со стороны инженерно-технических и финансовых подразделений не используется.

По контракту раздел системы теплоснабжения по эксплуатационной ответственности определяется границей, которой является наружная стена здания. Теплосеть от границы раздела под стеной и по подвалу находится на балансе и эксплуатационной ответственности абонента ТГУ. ГВС осуществляется от бойлерной, установленной в тепловом пункте, путем нагревания холодной воды от подведенной тепловой энергии. Расход воды в корпусе на ГВС не определяется. Прибор учета горячего водоснабжения в третьем корпусе отсутствует. Расход холодной воды определяет счетчик СКВ 20/40 № 30846.

Годовое потребление тепловой энергии, сведения о потреблении тепловой энергии и ГВС по корпусу и финансовых затратах в 2008 – 2011 гг. приведены в табл. 10.1. Динамику теплотребления за 5 лет иллюстрирует рис. 10.1.

Таблица 10.1

Потребление тепловой энергии в 2008 – 2011 гг.

Год	Лимит, Гкал	Фактическое потребление, Гкал	Тариф, тыс. руб.	Затраты, тыс. руб.
2008	–	2333,33	0,821	1915,66
2009	–	2067,72	1,027	2123,55
2010	–	2620,95	1,192	3124,17
2011	2300,0	2272,04	1,192	2708,27

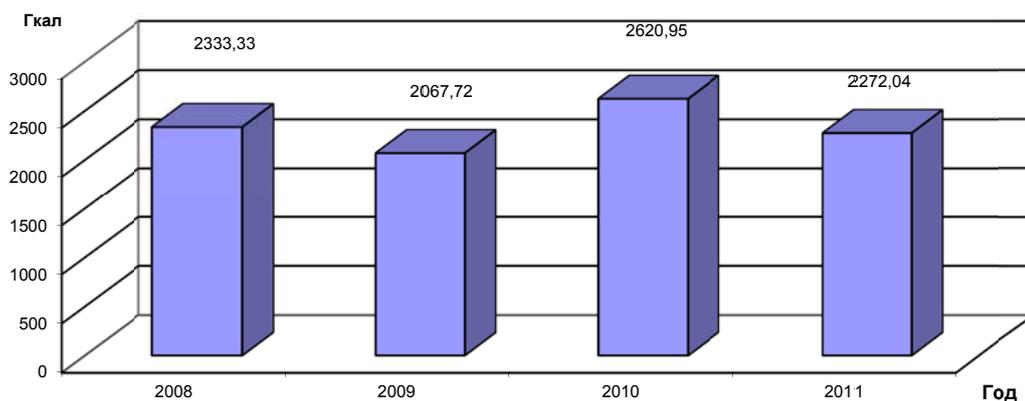


Рис. 10.1. Диаграмма потребления тепловой энергии

Расчетная годовая потребность в тепловой энергии на отопление определяется в соответствии с методикой МДК 4-05.2004. Исходными являются следующие значения основных параметров: объем корпуса по наружному обмеру $V = 63547 \text{ м}^3$; удельная отопительная характеристика $q_0 = 0,248 \text{ ккал}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч} \cdot \text{°C})$; требуемая температура воздуха внутри зданий высших учебных заведений $t_j = +18 \text{ °C}$ [1, табл. 3.2]; средняя температура наружного воздуха за отопительный период $t_{po} = -3,5 \text{ °C}$ [1, табл. 3.1]; коэффициент инфильтрации $K_{и.р.} = 0,076$; продолжительность отопительного периода для зданий учебных учреждений $n = 5112 \text{ ч}$ (213 сут).

Годовая потребность на отопление Q_o согласно п. 3.2.1 и прил. 3 [1] рассчитывается по формуле, Гкал/год.

$$Q_o = Vq_0(t_j - t_{po}) \cdot (1 + K_{и.р.}) \cdot n \cdot 10^{-6} ,$$

Расчетный коэффициент инфильтрации $K_{и.р.}$ определяется по формуле [2].

$$K_{и.р.} = 10^{-2} \sqrt{\left[2gL \left(1 - \frac{273+t_o}{273+t_j} \right) + w_o^2 \right]} ,$$

где g – ускорение свободного падения, $g = 9,8 \text{ м}/\text{с}^2$; L – высота здания, $L = 16,5 \text{ м}$; t_o – расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления в местности, где расположено здание, $t_o = -28 \text{ °C}$; w_o – расчетная для местности скорость ветра в отопительный период, $w_o = 3,4 \text{ м}/\text{с}$; Результат расчётов: годовая потребность в тепле на отопление лабораторного корпуса составляет 1688,37 Гкал/год.

Далее проводится расчёт потребности в тепловой энергии для нужд горячего водоснабжения. Исходными являются следующие значения основных параметров: температура горячей воды в отопительный период $t_h = 55$ °С; температура горячей воды в неотопительный период $t_{hs} = 55$ °С; температура холодной водопроводной воды в отопительный период $t_c = 5$ °С; температура холодной водопроводной воды в летнее время $t_{cs} = 15$ °С [1]; коэффициент, учитывающий потери тепла в трубопроводах внутренней разводки системы горячего водоснабжения $K_{mn} = 0,2$; коэффициент, учитывающий изменение среднего расхода воды на горячее водоснабжение в неотопительный период, устанавливается местными органами власти $B = 0,8$ [3]. Количество суток работы горячего водоснабжения в отопительный и неотопительный периоды рассчитаны по производственному календарю (5-дневная рабочая неделя, 213 сут – продолжительность отопительного периода). Расчет выполняют согласно п. 3.4.1 и прил. 3 [1] по формуле, Гкал/год,

$$Q_h = (1 + \hat{E}_{oi}) \cdot a \cdot N ((t_h - t_c) \cdot n_i + \beta \cdot n_c \cdot (t_{hs} - t_{cs})) \cdot 10^{-6},$$

где $a = 6$ л/сут. – суточная норма расхода на горячее водоснабжение; $N = 1667$ – количество человек в корпусе; $n_0 = 213$ – число суток работы горячего водоснабжения в отопительный период; $n_c = 137$ – число суток работы горячего водоснабжения в неотопительный период.

Результат расчётов: годовая потребность в тепле на горячее водоснабжение лабораторного корпуса составляет 162,37 Гкал/год. Тепловые потери в системе теплоснабжения определяют по формулам укрупненных расчетов согласно [3]. Исходными являются следующие значения основных параметров: $c_e = 1$ ккал/кг · °С – теплоёмкость воды; $t_{пр}^{c.t} = 77$ °С – средняя температура теплоносителя в прямой тепловой сети; $t_{под.п} = 55$ °С – температура подпиточной воды; $r = 5112$ ч – число часов работы системы отопления; $Y = 975,2$ кг/м³ – плотность воды при средней температуре за планируемый период; $v_{ec} = 30,0$ м³/Гкал – удельный объем воды, который определяется в зависимости от характеристики системы и расчетного графика температур; $q_0 = 0,248$ Вт/(м³ · °С) – нормативная удельная тепловая характеристика; $t_j = +18$ °С – требуемая температура воздуха внутри зданий высших учебных заведений; $t_0 = -28$ °С – расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления в местности, где расположено здание; $K_{и.р} = 0,076$ – коэффициент инфильтрации.

На основе проведённых расчётов определяются основные энергетические показатели (табл. 10.2), удельные энергетические характеристики (табл.

10.3) и составляется баланс тепловой энергии, структура которого представлена в табл. 10.4.

Таблица 10.2

Энергетические показатели лабораторного корпуса

Показатель	Обозначение	Единица измерения	Величина
Общие теплопотери через ограждающую оболочку здания за отопительный период	Q_h	МДж	14030230
		Гкал	3367,255
Удельные бытовые тепловыделения в здании	q_{int}	Вт/м ²	23,82
Бытовые теплопоступления в здание за отопительный период	Q_{int}	МДж	6456549
Теплопоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период	Q_s	МДж	1622517
Потребность в тепловой энергии на отопление здания за отопительный период	Q_h^v	МДж	11554506
		Гкал	2773,081

Таблица 10.3

Удельные тепловые характеристики лабораторного корпуса

Тип здания	Отапливаемый объем, м ³	Потребленное тепло		Разность расчетных температур внутреннего и наружного воздуха °С	Удельная тепловая характеристика, Вт/(м ³ ·°С)		Величина отклонения фактического значения от нормативного, %
		ГДж	Гкал		Фактическая	Нормативная	
Лабораторный корпус	48421,1	11626,659	2790,398	46	0,268	0,248	8

Таблица 10.4

Структура теплового баланса лабораторного корпуса

Статьи затрат теплового баланса здания	Количество теряемой тепловой энергии за отопительный период (год)	
	Гкал	%
<i>Трансмиссионные теплопотери:</i> через наружные стены окна наружные двери и ворота	153,488	4,54
	860,721	25,44
	2,622	0,08
Крыша (чердачное перекрытие)	–	–

Статьи затрат теплового баланса здания	Количество теряемой тепловой энергии за отопительный период (год)	
	Гкал	%
Цокольное перекрытие неотапливаемое	–	–
Стены цокольного этажа (подвала) выше уровня земли	12,838	0,38
Ограждающие конструкции цокольного этажа (подвала), заглубленные в грунт	32,355	0,96
<i>Энергозатраты на подогрев инфильтрующегося воздуха</i>	2321,372	68,61
<i>Итого теплопотерь</i>	3383,396	100,00
<i>Теплопоступления, в том числе:</i>		
от людей и бытовых приборов	1549,572	45,80
солнечной радиации через окна	389,404	11,51
<i>Итого за вычетом теплопоступлений</i>	1444,420	42,69

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

Выводы по разделу «Анализ теплопотребления корпуса»

1. По энергетической эффективности корпус относится к классу D.
2. Фактическое значение годового потребления теплоэнергии ниже расчетного на 8,0 %.
3. Сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций здания ниже нормативного значения и не соответствует требованиям по теплозащите здания, кроме наружных дверей. В результате этого теплопотери через покрытие крыши, наружные стены и окна достаточно высоки.
4. Требуемый расход на отопление здания, рассчитанный по СНиП 23-02-2003, незначительно превышает фактическое потребление. Требуемые параметры микроклимата в здании в отопительный период соблюдаются. Наблюдается неравномерное распределение тепла, что требует более тонкой регулировки потокораспределения и более детального анализа работы системы отопления.
5. Теплопотери через крышу здания превышают значения теплопотерь через другие ограждающие конструкции. Рекомендуется выполнить утепление чердачного перекрытия.

10.2. Анализ водопотребления и водоотведения

Водоснабжение лабораторного корпуса осуществляется из водопроводных сетей, находящихся на балансе МУП «Горводоканал» на основании контракта № 79 от 4 апреля 2002 г. Ежегодно договор пролонгируется. Система холодного водоснабжения состоит из следующих устройств: магистральных трубопроводов, стояков и подводок к водоразборным устройствам. Схема водопровода тупиковая с нижней разводкой. Общее количество в зданиях умывальников (рукомойников) с водоразборными кранами – 12 шт., унитазов со смывным бачком – 42 шт. Состояние системы водоснабжения зданий, в том числе состояние трубопроводов и запорной арматуры, находится в удовлетворительном состоянии. ГВС осуществляется от бойлерной путем нагрева холодной воды от подведенной тепловой энергии.

В табл. 10.5 приведены сведения о потреблении холодной воды лабораторным корпусом за последние четыре года. Из анализа представленных данных видно, что, несмотря на разницу потребленной воды за 2008 и 2011 г., составляющую 2186 м³, явно выраженная тенденция к увеличению объемов водопотребления отсутствует. Максимальная стоимость водоснабжения зафиксирована в 2010 г. Самый низкий показатель объема потребленной воды за последние четыре года наблюдается в 2009 г.

Таблица 10.5

Сведения о водопотреблении и водоотведении

Год	Холодное водоснабжение, м ³	Тариф, руб./м ³	Стоимость, руб.	Водоотведение, м ³	Тариф, руб./м ³	Стоимость, руб.
2008	34122	11,5601	394450,32	34122	6,5488	394453,73
2009	28632	11,2151	321110,74	28632	7,493	321110,74
2010	29395	14,4547	424895,91	29395	9,2746	424895,91
2011	29593	14,408	426375,94	29593	11,6233	426375,94

Диаграмма, отображающая динамику водопотребления и водоотведения в течение четырех последних лет, представлена на рис. 10.2.

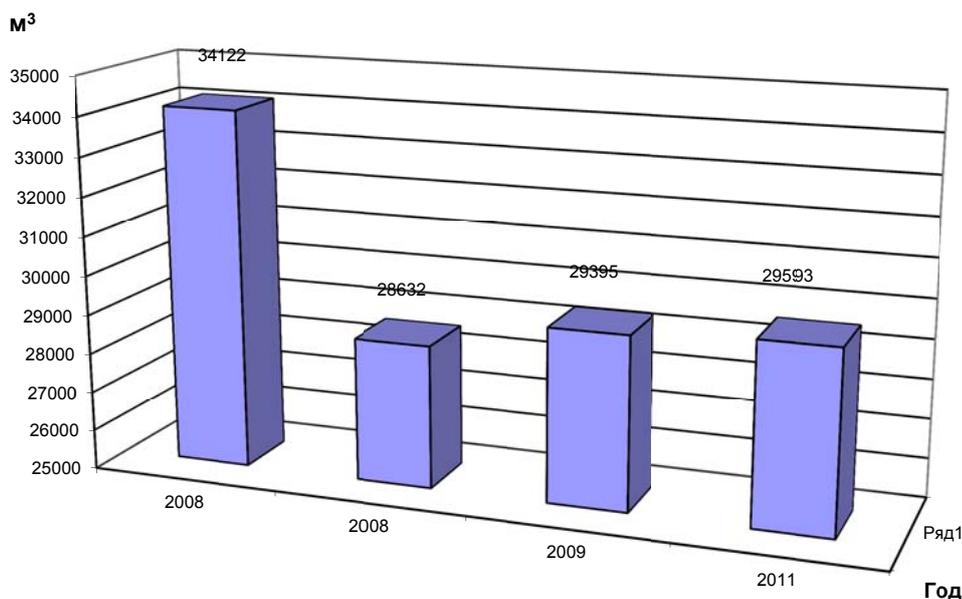


Рис. 10.2. Диаграмма потребления холодной воды

Лимиты, установленные в 2010 г. на водопотребление и водоотведение, составляют 30 тыс.м³, что несколько выше реальных объёмов. Для расчета годового водопотребления используются нормативные данные [3].

Средний расход водопроводной воды за расчетный год в кубометрах вычисляется по формуле

$$Q_{\text{год}} = N g_u T / 1000,$$

где g_u – суточный расход воды, л; N – количество потребителей, чел.; T – число рабочих дней, сут.

Общее количество отведенной воды равно сумме потребленной холодной и горячей воды. Результаты расчетов по лабораторному корпусу приведены в табл. 10.6.

Таблица 10.6

Расчет объемов водопотребления и водоотведения

Количество студентов и сотрудников	Норма водопотребления, л/сут (СНиП 2.04.01-85)	Количество рабочих дней	Водопотребление, м ³ /сут	Водопотребление, м ³ /год	Водоотведение, м ³ /сут	Водоотведение, м ³ /год
Холодное водоснабжение						
1762	11,2	248	19,73	4894,13	19,73	4894,13
Горячее водоснабжение						
1762	6	248	10,57	2621,86	10,57	2621,86

Как видно из расчетных данных, суммарное расчетное потребление холодной воды лабораторным корпусом составляет 7515,99 м³ в год. Этот показатель существенно ниже реального за последние четыре года.

Выводы по разделу «Анализ водопотребления и водоотведения»

Выявлен существенный перерасход воды по сравнению с расчётным значением.

Остро необходимы разработка и проведение мероприятий, направленных на снижение потребления воды.

После разработки и утверждения программы энергосбережения для лабораторного корпуса лимит необходимо скорректировать на значение реальной экономии в натуральном и денежном выражении.

Ключевые термины

Граница балансовой принадлежности тепловых сетей – линия раздела тепловой сети между теплоснабжающей организацией и абонентом.

Удельная отопительная характеристика здания – показатель, определяющий средние тепловые потери одного кубометра здания, отнесённые к разности температур снаружи и внутри здания 1 °С (Вт/м³ · °С).

Отопительный эффект прибора – отношение количества фактически выделяемой прибором теплоты для создания в помещении заданных условий теплового комфорта к расчётным потерям теплоты помещением.

Энергетическая эффективность – характеристика, отражающая отношения полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов.

Краткие итоги лекции

Расчетная годовая потребность в тепловой энергии на отопление определяется в соответствии с методикой МДК 4-05.2004. Исходными являются следующие значения основных параметров: объём корпуса по наружному обмеру $V = 63547$ м³; удельная отопительная характеристика $q_0 = 0,248$ ккал/(м³·ч · °С) ; требуемая температура воздуха внутри зданий высших учебных заведений $t_j = +18$ °С [1, табл. 3.2]; средняя температура наружного воздуха за отопительный период $t_{po} = -3,5$ °С [1, табл. 3.1]; коэффициент инфильтрации $K_{u,p} = 0,076$; продолжительность отопительного периода для зданий учебных учреждений $n = 5112$ ч (213 сут).

Для расчёта потребности в тепловой энергии для нужд горячего водоснабжения исходными являются следующие значения основных пара-

метров: температура горячей воды в отопительный период $t_h = 55$ °С; температура горячей воды в неотопительный период $t_{hs} = 55$ °С; температура холодной водопроводной воды в отопительный период $t_c = 5$ °С; температура холодной водопроводной воды в летнее время $t_{cs} = 15$ °С; коэффициент, учитывающий потери тепла в трубопроводах внутренней разводки системы горячего водоснабжения $K_{mn} = 0,2$; коэффициент, учитывающий изменение среднего расхода воды на горячее водоснабжение в неотопительный период, устанавливается местными органами власти, $B = 0,8$.

Библиографические ссылки

1. Методика определения потребности в топливе, электрической энергии и воде при производстве и передаче тепловой энергии и теплоносителей в системах коммунального теплоснабжения, МДК 4-05. 2004. – М.: ОРГРЭС, 2004. – 147 с.

2. Колесников А.И., Федоров М.Н., Варфоломеев Ю.М. Энергосбережение в промышленных и коммунальных предприятиях. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 124 с. – ISBN 738-5-281-6253-1.

3. Методика проведения энергетических обследований (энергоаудита) бюджетных учреждений / под ред. проф. С.И. Сергеева. – Н. Новгород: НГТУ: НИЦЭ, 2000. – 198 с. – ISBN 6-46353-449-6.

Лекция 11. ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЁТ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ (часть 3)

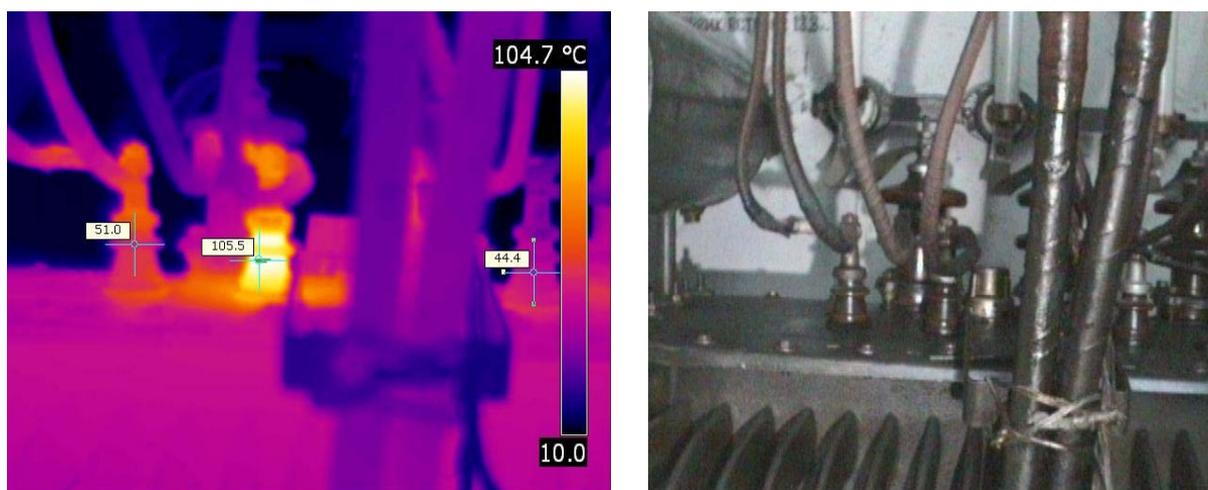
Краткая аннотация лекции: структура и содержание технического отчёта рассмотрены на примере отчёта по результатам энергетического обследования лабораторного корпуса технического университета – типичного объекта бюджетных учреждений образования; в лекции представлены разделы отчёта, содержащие результаты инструментального обследования, их анализ и рекомендации по энергосбережению, сделанные на основе этого анализа.

11.1. Результаты инструментального обследования

Во вводной части этой главы отчёта целесообразно отметить, что инструментальное обследование проведено в соответствии с требованиями

Федерального закона № 261-ФЗ, государственных стандартов [1 – 3] и с учётом действующих строительных норм и правил [4 – 8]. В рассматриваемом примере инструментального обследования лабораторного корпуса университета с помощью портативных приборов были проведены электротехнические и теплотехнические измерения, а также инфракрасная диагностика. Для этой цели применялись следующие приборы: электроанализатор AR.5; мультиметр HT4022; расходомер ультразвуковой переносной Portaflow 300; термометр цифровой малогабаритный ТЦМ 9210-М2-03/03П; инфракрасный электронный термометр RAYST60; оптическая рулетка; инфракрасная камера (тепловизор) NEC TH5104 и нетбук. Протоколы измерений обычно приводятся в приложениях к техническому отчёту.

Приведём наиболее типичные примеры результатов тепловизионного обследования систем электро- и теплоснабжения, а также ограждающих конструкций здания (рис. 11.1 – 11.10). Термографическое обследование проведено 12 января 2012 года.

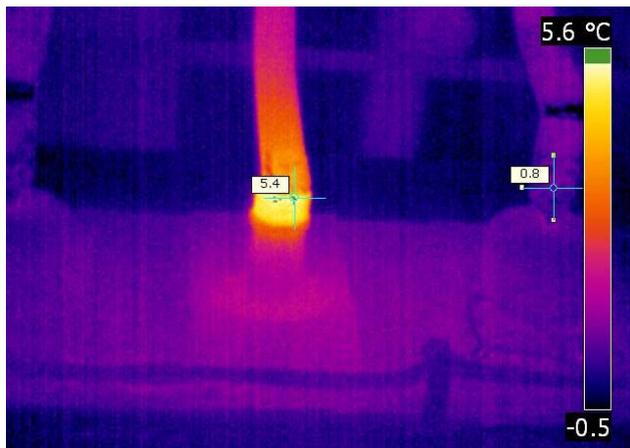


а)

б)

Описание дефекта: повышенный нагрев ввода трансформатора.	
Рекомендации: дефект аварийный, снижает энергоэффективность. Требуется немедленное устранение	
Атмосферная температура	–4 °С
Расстояние до объекта	2 м

Рис. 11.1. Трансформатор ТМ 1000 ТП-4: а – термограмма; б – фотография



а)



б)

Описание дефекта: нагрев присоединения шины к проходному изолятору	
Рекомендации: развившийся дефект, снижает энергоэффективность. Принять меры по устранению дефекта при ближайшем выводе оборудования из работы	
Атмосферная температура	0 °C
Расстояние до объекта	2 м

Рис. 11.2. Фидер лабораторного корпуса (проходной изолятор): а – термограмма; б – фотография



а)



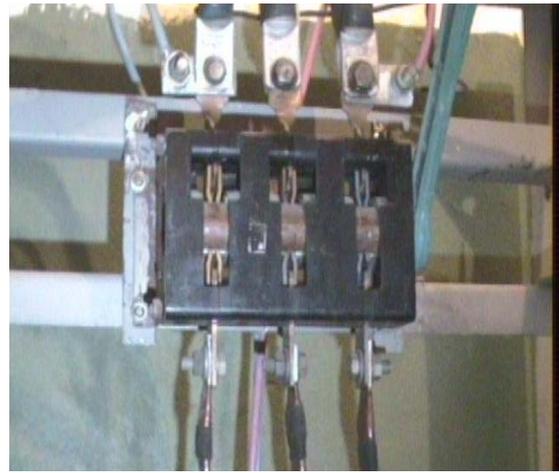
б)

Описание дефекта: повышенный нагрев внутри автомата и верхнего левого проводника	
Рекомендации: дефект аварийный, снижает энергоэффективность. Требуется немедленное устранение	
Атмосферная температура	0°C
Расстояние до объекта	2 м

Рис. 11.3. Автоматический выключатель обогрева: а – термограмма; б – фотография



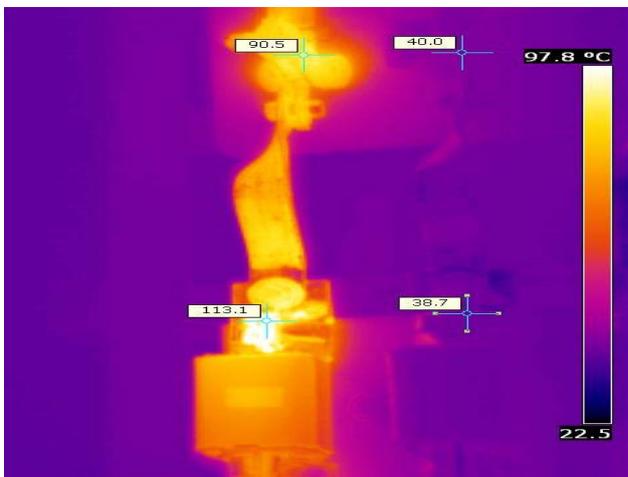
а)



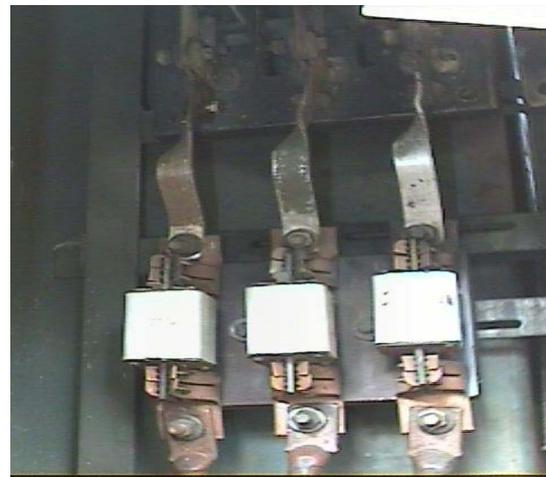
б)

Описание дефекта: повышенный нагрев между подвижным и неподвижным контактом рубильника	
Рекомендации: дефект аварийный, снижает энергоэффективность. Требуется немедленное устранение	
Атмосферная температура	25 °C
Расстояние до объекта	1 м

Рис. 11.4. Рубильник электрической печи: а – термограмма; б – фотография



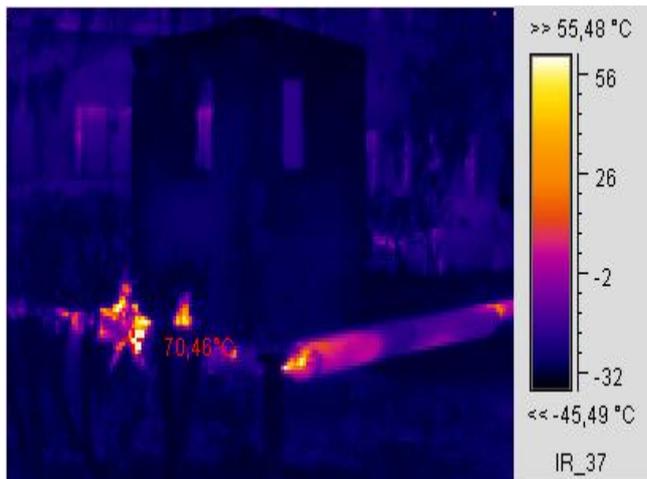
а)



б)

Описание дефекта: нагрев верхней контактной части предохранителя	
Рекомендации: дефект аварийный, снижает энергоэффективность. Требуется немедленное устранение	
Атмосферная температура	25 °C
Расстояние до объекта	1 м

Рис. 11.5. Рубильник и предохранитель сушильного шкафа: а – термограмма; б – фотография



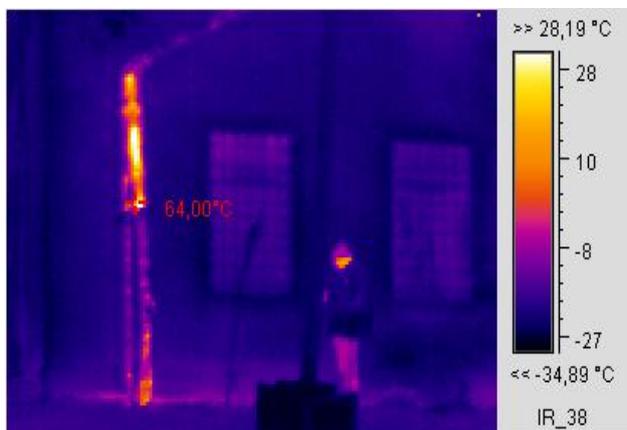
а)



б)

Описание дефекта: разрушение изоляции труб	
Рекомендации: дефект, существенно снижающий энергоэффективность. Требуется немедленное устранение	
Атмосферная температура	2 °С
Расстояние до объекта	3 м

Рис. 11.6. Теплоотражающая труба к лаборатории литейного оборудования: а – термограмма; б – фотография



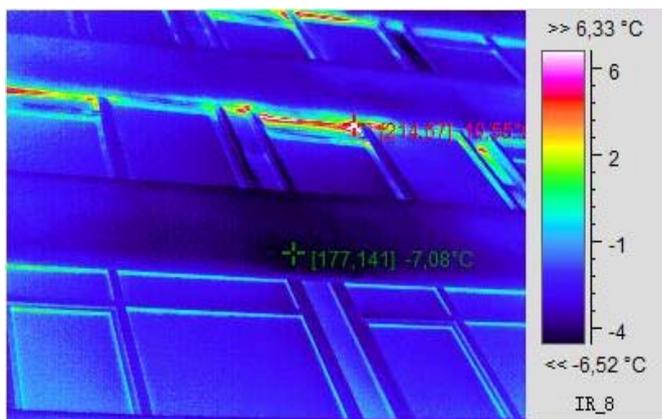
а)



б)

Описание дефекта: разрушение изоляции труб	
Рекомендации: дефект, существенно снижающий энергоэффективность. Требуется немедленное устранение	
Атмосферная температура	2 °С
Расстояние до объекта	5 м

Рис. 11.7. Теплофикационный ввод лаборатории литейного оборудования: а – термограмма; б – фотография

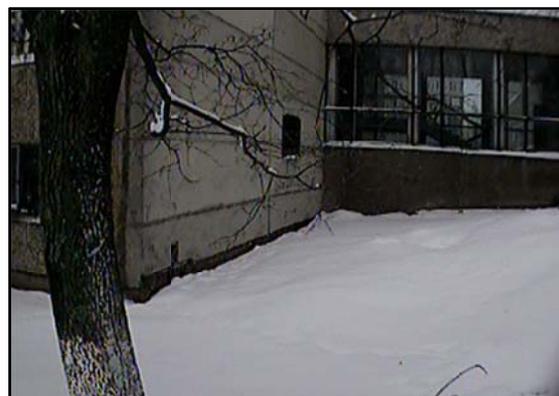
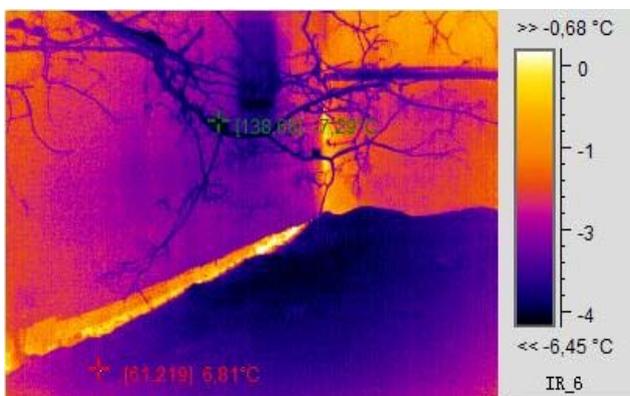


а)

б)

Описание дефекта: плохая теплоизоляция в верхней части ветхих деревянных оконных блоков	
Рекомендации: дефект, существенно снижающий энергоэффективность. Требуется установка современных стеклопакетов	
Атмосферная температура	-8 °C
Расстояние до объекта	15 м

Рис. 11.8. Стена лабораторного корпуса со стороны внутреннего двора:
а – термограмма; б – фотография

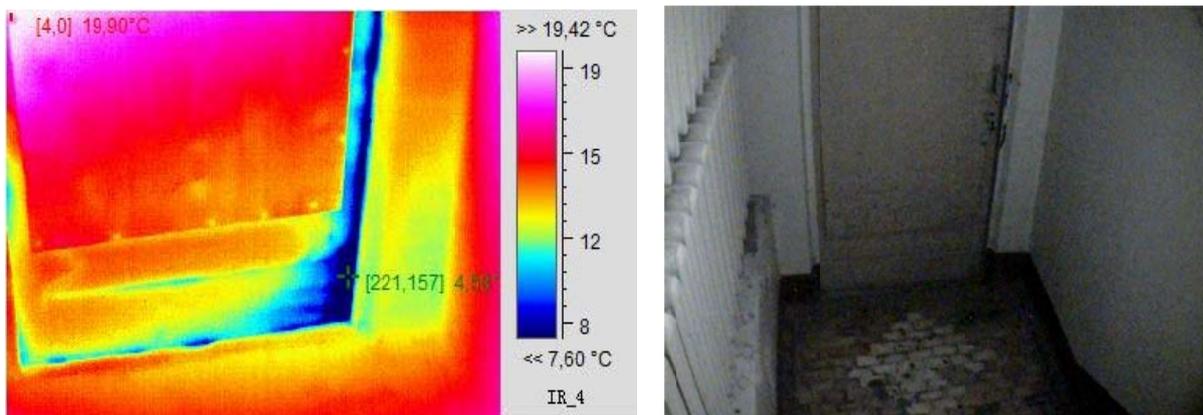


а)

б)

Описание дефекта: плохая теплоизоляция стыков бетонных плит	
Рекомендации: дефект, существенно снижающий энергоэффективность. Требуется проведение теплоизоляции стыков	
Атмосферная температура	-8 °C
Расстояние до объекта	10 м

Рис. 11.9. Стена лабораторного корпуса со стороны внутреннего двора:
а – термограмма; б – фотография



а)

б)

Описание дефекта: щель между дверью и косяком	
Рекомендации: дефект, существенно снижающий энергоэффективность. Требуется теплоизоляция	
Атмосферная температура	20 °C
Расстояние до объекта	3 м

Рис. 11.10. Дверь запасного выхода: а – термограмма; б – фотография

11.2. Первоочередные мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности

Перечень и обоснование необходимости проведения энергосберегающих мероприятий является важной частью технического отчёта об энергетическом обследовании [2]. В связи с тем что этой тематике посвящён второй раздел четвёртой лекции, остановимся здесь только на мероприятиях первой группы, т.е. тех, которые носят в основном организационно-технический характер, не требуют больших затрат. Их проведение возможно силами университета и должно быть осуществлено в ближайшее время.

Снижение потребления электроэнергии

Результаты тепловизионного обследования (см. рис. 11.1 – 11.5) свидетельствуют о наличии многочисленных перегревов элементов электрической сети лабораторного корпуса из-за плохих контактных соединений. Их устранение в большинстве случаев почти беззатратное, а положитель-

ный эффект довольно существенный. Потери электрической энергии и мощности в контактных соединениях (КС) ВРУ-0,4 кВ лабораторного корпуса определены расчётным путём на основе данных инструментального обследования. В табл. 11.1 представлены результаты измерения электрических величин и расчетов значений мощности и энергии потерь. В таблице приняты следующие обозначения: T – годовой фонд времени работы электрооборудования; U – действующее значение линейного напряжения; $\Delta R_1, \Delta R_2, \Delta R_3$ – разность между нормативными и фактическими значениями переходных сопротивлений КС в фазах A, B, C ; I_1, I_2, I_3 – действующие значения силы тока в фазах, усреднённые на интервале T ; ΔP и ΔW – соответственно мощность потерь и годовые потери электроэнергии.

Таблица 11.1

Значения мощности и энергии потерь

Объект	T , ч	U , кВ	ΔR_1 , Ом	ΔR_2 , Ом	ΔR_3 , Ом	I_1 , А	I_2 , А	I_3 , А	ΔP , кВт	ΔW , кВт · ч
Ввод	8760	0,4	0,11	0,21	0,11	44,2	46,1	38,1	0,781	6832,8
1-я группа	8760	0,4	0,43	0,57	0,21	7,1	7,6	8,5	0,096	840,0
2-я группа	8760	0,4	0,32	0,17	0,22	7,7	7,4	7,8	0,042	376,9
3-я группа	8760	0,4	0,22	0,24	0,42	1,7	1,5	1,6	0,002	17,5
4-я группа	8760	0,4	0,25	0,51	0,45	4,7	4,8	4,9	0,028	254,3
5-я группа	8760	0,4	0,86	0,27	0,26	7,1	7,4	7,7	0,073	639,6
6-я группа	8760	0,4	0,28	0,27	0,20	8,2	8,4	8,8	0,053	464,3
7-я группа	8760	0,4	0,59	0,27	0,21	7,0	7,4	7,4	0,059	516,8
8-я группа	8760	0,4	0,25	0,17	0,35	5,2	6,5	7,7	0,028	254,3
<i>Итого</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	10196,5

При тарифе 4,12 руб./кВт · ч устранение некачественных КС обеспечивает снижение затрат на электроэнергию примерно на 42 тыс. руб. в год.

Как следует из материала девятой лекции (см. табл. 9.2), в лабораторном корпусе наряду с традиционными люминесцентными лампами (класс энергоэффективности – В) широко используются лампы накаливания (класс энергоэффективности – Е) и полностью отсутствуют энергосберегающие компактные люминесцентные лампы (класс энергоэффективности – А). Очевидно, что переход на более эффективные источники света может значительно сэкономить электроэнергию. При этом наименее затратна замена ламп накаливания по мере их выхода из строя компактными люминесцентными лампами с аналогичными цоколями. На момент проведения энергетического обследования, по данным табл. 9.2 (лекция 9), на объекте используется 40 ламп накаливания мощностью 60 Вт. Таким

образом, их установленная мощность – 2,4 кВт, что составляет около 3,86 % общей мощности системы освещения (62,22 кВт). Годовое расчетное потребление электроэнергии на освещение – 61720 кВт · ч (см. табл. 9.5). Следовательно, потребление ламп накаливания составляет $0,0386 \cdot 61720 = 2382,4$ кВт · ч. Замена ЛН мощностью 60 Вт на КЛЛ с таким же световым потоком (545 лм) мощностью 12 Вт позволит снизить потребление электроэнергии в 5 раз, т.е. приблизительно до 476,5 кВт · ч. Экономия электроэнергии составит 1904,9 кВт · ч. При тарифе на электроэнергию – 4,12 руб./кВт · ч снижение затрат на освещение в денежном выражении составит 7848 руб.

Существенную экономию даёт применение новых типов пускорегулирующей аппаратуры (ПРА) для люминесцентных ламп. В лабораторном корпусе установлены светильники с дроссельными ПРА. Целесообразна их замена на электронные аппараты, обеспечивающие снижение потерь электроэнергии, продление срока службы ламп, улучшение качества света и бесшумность работы. Для уменьшения затрат не следует менять весь светильник, достаточно заменить в нем электромагнитный ПРА на электронный аналог. Коэффициент полезного действия электронных ПРА достигает 93 %, а коэффициент мощности около 0,98. У дроссельных ПРА эти параметры имеют значения 60 % и 0,7 соответственно. Для обоснования экономического эффекта от замены ПРА в отчёте об энергетическом обследовании целесообразно привести основные расчётные формулы и значения входящих в них величин.

Установленная мощность светильников с люминесцентными лампами определяется по формуле $P_{\Sigma} = n_{\text{л}} \cdot n_{\text{с}} \cdot P_{\text{л}} / \eta$, где $n_{\text{л}}$ – количество ламп в светильнике; $n_{\text{с}}$ – количество светильников; $P_{\text{л}}$ – номинальная мощность лампы, Вт; η – КПД. Годовые финансовые затраты на электроэнергию для освещения рассчитываются так: $Z = z \cdot P_{\Sigma} \cdot K_{\text{с}} \cdot T / 1000$, где z – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, руб.; $K_{\text{с}}$ – коэффициент спроса. Для определения затрат на замену ламп, перегорающих в течение года, применяется следующая формула: $m = K_{\text{с}} \cdot c \cdot n_{\text{л}} \cdot n_{\text{с}} \cdot T / \tau$, где c – цена лампы; τ – срок службы лампы. Финансовые затраты на приобретение электронных ПРА компенсируются в течение срока окупаемости за счёт уменьшения расходов на оплату электроэнергии и на замену перегоревших ламп.

В качестве исходных при проведении энергоаудита лабораторного корпуса были использованы следующие данные: в лабораторном корпусе установлено 486 светильников с двумя лампами типа ЛЛ-36; стоимость

1 кВт · ч электроэнергии – 4,12 руб.; коэффициент спроса для осветительных приборов вузов – 0,7; цена лампы ЛЛ-36 – 20 руб.; срок службы лампы с электронным и электромагнитным ПРА, соответственно, 12 и 6 тыс. ч; среднегодовое количество часов эксплуатации лампы в вузе – 8760 ч; стоимость электронного ПРА производства фирмы «ЭЛЕКТРО-ПЕТЕРБУРГ» (<http://www.epra.ru/>) – 490 руб. Предполагается, что замена ПРА производится службой главного энергетика университета в плановом порядке. Результаты расчёта приведены в табл. 11.2.

Таблица 11.2

Экономический эффект от замены ПРА

Параметр	Значение	
	Электромагнитная ПРА	Электронная ПРА
Количество светильников, шт.	486	486
Мощность, потребляемая светильником, Вт	120	76
Установленная мощность светильников, кВт	58,3	36,9
Потребляемая энергия в год, кВт·ч	357495,6	226270,8
Стоимость электроэнергии в год, тыс. руб.	1472,9	932,2
Стоимость приобретаемых ПРА, тыс. руб.	–	238,1
Количество ламп, подлежащих замене в год, шт.	993	497
Стоимость ламп, приобретаемых в течение года, тыс. руб.	19,9	9,9
Экономический эффект в год от замены ПРА, тыс. руб.	312,6	
Срок окупаемости, лет	0,76	

Снижение потребления тепловой энергии и объёмов водоснабжения и водоотведения

Результаты тепловизионного обследования (см. рис. 11.6 – 11.10) свидетельствуют о наличии многочисленных повреждений теплоизоляции трубопроводов и элементов конструкции зданий. Их устранение является малозатратным и может быть выполнено службой главного энергетика университета.

Ключевые термины

Инфракрасная диагностика – диагностика, основанная на том, что наличие практически всех видов дефектов оборудования или конструкций здания вызывает изменение температуры дефектных элементов.

Класс энергетической эффективности – показатель, отражающий отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к их затратам, произведенным в целях получения такого эффекта. Всего существует семь классов энергетической эффективности: самый высокий – **А**, самый низкий – **Г**.

ПРА – пускорегулирующая аппаратура для газоразрядных ламп.

КЛЛ – компактные люминесцентные лампы.

Краткие итоги лекции

1. В рассматриваемом примере инструментального обследования лабораторного корпуса университета с помощью портативных приборов были проведены электротехнические и теплотехнические измерения, а также инфракрасная диагностика.

2. Приведены наиболее типичные примеры результатов тепловизионного обследования систем электро- и теплоснабжения, а также ограждающих конструкций здания.

3. Результаты тепловизионного обследования свидетельствуют о наличии многочисленных перегревов элементов электрической сети лабораторного корпуса из-за плохих контактных соединений и повреждений теплоизоляции трубопроводов и элементов конструкции зданий. Устранение этих повреждений является малозатратным и может быть выполнено службой главного энергетика университета.

Библиографические ссылки

1. ГОСТ Р 51379-99. Энергосбережение. Энергетический паспорт промышленного потребителя топливно-энергетических ресурсов. – Введ. 2000-01-09. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 29 с.

2. ГОСТ Р 51387-99. Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение. – Введ. 1999-30-11. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 28 с.

3. ГОСТ 8.417-2002. Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин. – Введ. 2003-04-02. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 19 с.

4. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. – Введ. 2003-10-01 // Сб. СНиП. – М.: Стройиндустрия, 2011. – 412 с. – ISBN 973-116-843-4.

5. СНиП 41-03-2003. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Введ. 2003-11-01. – М.: Стройиндустрия, 2011. – 412 с. – ISBN 973-116-843-4.

6. СНиП 2.04.01-85. Внутренний водопровод и канализация зданий. – Введ. 1986-01-07. – М.: Стройиндустрия, 2011. – 412 с. – ISBN 973-116-843-4.

7. СНиП 3.05.06-85. Электротехнические устройства. – Введ. 1986-01-07. – М.: Стройиндустрия, 2011. – 412 с. – ISBN 973-116-843-4.

8. СНиП 3.05.03-85. Тепловые сети. – Введ. 1986-01-07. – М.: Стройиндустрия, 2011. – 412 с. – ISBN 973-116-843-4.

ТЕСТЫ ПО РАЗДЕЛУ III

Вариант I

1. Что понимается под термином «коэффициент электрической мощности»?

- а) доля электрической энергии в энергетических ресурсах предприятия;
- б) доля активной мощности в полной мощности электроустановки;
- в) косинус угла фазового сдвига между напряжением и током электроустановки;
- г) тангенс угла фазового сдвига между напряжением и током электроустановки.

2. Какие нормы устанавливает ГОСТ 13109-97?

- а) нормы потребления электрической энергии;
- б) нормы потребления тепловой энергии;
- в) нормы качества электрической энергии;
- г) нормы качества тепловой энергии.

3. В чём разница между следующими показателями качества электрической энергии: «отклонения напряжения» и «колебания напряжения»?

- а) это синонимы;
- б) отклонения – долговременные, а колебания – кратковременные;

- в) колебания меньше отклонений;
- г) колебания – периодические, а отклонения – нет.

4. Погрешность измерения потребляемой электроэнергии при энергетическом обследовании должна составлять не более:

- а) 1,5 %;
- б) 2,0 %;
- в) погрешности измерения напряжения;
- г) погрешности измерения силы тока.

5. Каково буквенное обозначение трансформаторов тока на электрических схемах?

- а) ТР;
- б) ТТ;
- в) ТА;
- г) ТЛ.

6. Какова цель составления баланса потребления электроэнергии при энергоаудите?

- а) определение структуры потребления электроэнергии отдельными группами электроприемников, находящихся на обследуемом объекте;
- б) сдача бухгалтерской отчетности;
- в) выявление неучтенного потребления электроэнергии и её потерь;
- г) поверка счётчиков электроэнергии.

7. Как экспериментально определяется интенсивность тепловой инфильтрации?

- а) по разности температур внутри и вне помещения;
- б) по кратности воздухообмена, т.е. по тому, сколько раз в течение часа обновляется воздух в объеме данного помещения;
- в) по результатам измерения скорости воздушного потока;
- г) по разности давлений внутри и вне помещения.

8. Что понимается под термином «удельная отопительная характеристика здания»?

- а) характеристика отопительных устройств;
- б) показатель, определяющий средние тепловые потери одного кубометра здания, отнесенные к разности температур снаружи и внутри здания;

- в) зависимость между температурами внутри и снаружи здания;
- г) показатель, определяющий средние тепловые потери одного кубометра здания, отнесённые к массе теплоносителя.

Вариант 2

1. Что понимается под термином «неактивные составляющие мощности»?

- а) малоиспользуемые составляющие;
- б) мощности, которые трудно вовлечь в производственный процесс;
- в) реактивная мощность и мощность искажений;
- г) составляющие пассивных элементов электрических цепей.

2. Что означает показатель качества электроэнергии «несимметрия напряжений»?

- а) сумма фазных напряжений не равна нулю;
- б) действующие значения фазных напряжений превышают 220 В;
- в) действующие значения фазных напряжений превышают 380 В;
- г) 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?

- а) не нормируется;
- б) 4 %;
- в) 10 %;
- г) зависит от характера нагрузки;

4. Для чего предназначены трансформаторы напряжения?

- а) для защиты от коротких замыканий;
- б) подключения средств измерений и релейной защиты к высоковольтным сетям;
- в) защиты от перенапряжений;
- г) компенсации реактивной мощности.

5. Каково предельно допустимое значение токовой погрешности трансформаторов тока, используемых для подключения счётчиков электроэнергии?

- а) 0,5 %;
- б) 1 %;

- в) 5 %;
- г) 10 %.

6. Что означает термин «установленная мощность»?

- а) сумму номинальных мощностей электроприёмников;
- б) сумму установленной мощности и мощности электрических потерь в сетях потребителя;
- в) суммарную мощность потребителей;
- г) мощность сторонних потребителей;

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

- а) отношение количества фактически выделяемой прибором теплоты для создания в помещении заданных условий теплового комфорта к расчётным потерям теплоты помещением;
- б) тепловая мощность прибора;
- в) отношение количества фактически выделяемой прибором теплоты для создания в помещении заданных условий теплового комфорта к мощности прибора;
- г) КПД. отопительного прибора.

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

- а) приборно-ремонтная аппаратура;
- б) пускорегулирующая аппаратура;
- в) проектно-расчётный анализ;
- г) перспективная разработка.

Вариант 3

1. Как называется мощность, характеризующая интенсивность преобразования электрической энергии в другие виды энергии?

- а) эффективная;
- б) активная;
- в) реактивная;
- г) пассивная.

2. Какой документ регламентирует качество электрической энергии?

- а) ГОСТ 13109-97;
- б) федеральный закон № 261-ФЗ;
- в) стандарт предприятия;
- г) не регламентируется.

3. Каково предельно допустимое значение коэффициента несимметрии по нулевой последовательности в соответствии с ГОСТ 13109-97?

- а) зависит от характера нагрузки;
- б) 10 %;
- в) не нормируется;
- г) 4 %.

4. Для чего предназначены трансформаторы тока?

- а) для подключения средств измерений и релейной защиты к высоковольтным сетям;
- б) защиты от перенапряжений;
- в) компенсации реактивной мощности;
- г) защиты от коротких замыканий.

5. Каково буквенное обозначение трансформаторов напряжения на электрических схемах?

- а) ТР;
- б) ТН;
- в) ТУ;
- г) ТУ.

6. Что означает термин «присоединённая мощность»?

- а) мощность, которую генерирует ТЭЦ;
- б) сумма установленной мощности и мощности электрических потерь в сетях потребителя;
- в) суммарная мощность потребителей;
- г) мощность сторонних потребителей.

7. В какой форме записывается номинальное значение коэффициента трансформации измерительных трансформаторов?

- а) латинскими буквами;
- б) в виде трёхзначного числа;

- в) в виде десятичной дроби;
- г) в виде обыкновенной дроби.

8. Где устанавливаются счётчики коммерческого учёта электрической и тепловой энергии?

- а) на границе балансовой принадлежности электрических или тепловых сетей абонента и ресурсоснабжающей организации;
- б) на границе территории абонента;
- в) на расстоянии не более 1 м от зданий;
- г) место установки значения не имеет значения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Организация энергосбережения в масштабах страны – задача чрезвычайно сложная. Вот поэтому изложенные в курсе лекций материалы, посвященные проблемам энергосбережения, энергетического обследования и энергоаудита, могут вызвать противоречивое впечатление. С одной стороны, создана законодательная база новой государственной политики в области повышения энергоэффективности и энергосбережения, изданы многочисленные подзаконные акты, в том числе постановления Правительства, определяющие пути реализации этой политики, появилась целая армия энергоаудиторов, а с другой – мы все чувствуем, что ощутимых изменений в этой области за последние четыре года в стране не произошло. По-прежнему отсутствует изоляция на трубах теплотрасс, нет простейших датчиков освещенности в подъездах домов. Как и двадцать лет назад из-за отсутствия регулирующей аппаратуры в большинстве квартир холод в морозные дни и жара при потеплении на улице. В результате декларированная 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 – далека от реализации.

Очевидно, что за этапом энергетического обследования должен следовать ещё более важный энергосервисный этап, целью которого является реализация мероприятий по энергосбережению. Именно на этом этапе должны произойти серьёзные положительные сдвиги в области энергоэффективности. К сожалению, абсолютное большинство учреждений и организаций бюджетной сферы, уже прошедших энергетическое обследование, к реализации энергосберегающих мероприятий не приступило. Причины такого положения различны, но основная – финансовая. Даже те мероприятия, которые в лекции 6 отнесены к малозатратным, требуют в целом немалых средств. Обычно финансирование заканчивается после проведения обязательного в соответствии с Федеральным законом № 261-ФЗ энергоаудита. В первую очередь это относится к организациям, финансируемым из бюджетов субъектов Федерации и муниципальных образований.

Для достижения реальных, а не бумажных результатов в процесс должны быть вовлечены большинство органов власти, все организации и

граждане. Столь масштабная проблема может эффективно решаться в каждом муниципальном образовании, регионе и в целом по России только программными методами с четким выделением задач для каждого уровня. Статус программ энергосбережения должен стать даже выше, чем у программ развития коммунальной инфраструктуры, так как развитие коммунальных систем может осуществляться одновременно и путем энергосбережения, и создания новых мощностей. Снижение потребления энергоресурсов и увеличение мощности систем энергоснабжения – это взаимосвязанные процессы, которые должны рассматриваться при энергетическом планировании совместно.

Библиографический список

1. Россия в цифрах. 2011 : краткий стат. сб. – М. : Изд-во Росстата РФ, 2011. – 198 с. – ISBN 5-46478-974-4.
2. Российская Федерация. Законы. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: федер. закон : [принят Гос. Думой 11 нояб. 2009 г.: одобр. Советом Федерации 18 нояб. 2009 г.] // Рос. газ. – 2009. – 27 нояб. – № 226.
3. Энергоэффективность в России: скрытый резерв. – М. : Изд-во ЦЭНЭФ, 2008. – 89 с. – ISBN 5-234-04753-7.
4. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях : учеб. для вузов / О. Л. Данилов [и др.]; под ред. А. В. Клименко. – М. : Изд. дом МЭИ, 2010. – 424 с. – ISBN 5-98954-969-6.
5. Портал-энерго [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.portal-energo.ru>.
6. ООО «Энерготест» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.energocert.ru>.
7. Российская Федерация. Законы. О саморегулируемых организациях : федер. закон : [принят Гос. Думой 16 нояб. 2007 г.: одобр. Советом Федерации 23 нояб. 2007 г.] // Рос. газ. – 2007. – 4 дек. – № 234.
8. Устав, Положения и Стандарты СРО НП «Союз энергоаудиторов». – М., 2010. – 210 с. – ISBN 5-65432-579-5.
9. *Дубинский, М. Ю.* Энергоэффективность металлургической промышленности России (анализ и предложения) / М. Ю. Дубинский // Автоматизированные печные агрегаты и энергосберегающие технологии в металлургии : 2-я междунар. конф. – М. : Изд-во МИСиС, 2012. – 274 с. – ISBN 5-99753-359-6.
10. Рекомендации по организации учета тепловой энергии и теплоносителей на предприятиях, в учреждениях и организациях жилищно-коммунального хозяйства и бюджетной сферы. – М. : Изд-во Госстроя РФ, 1999. – 311 с. – ISBN 7-834-04853-6.
11. *Варнавский, Б. П.* Энергоаудит промышленных и коммунальных предприятий : учеб. пособие / Б. П. Варнавский, А. И. Колесников, М. Н. Федоров. – М. : АСЭМ, 2009. – 301 с. – ISBN 5-95791-459-6.
12. Методические указания по проведению энергоресурсаудита в жилищно-коммунальном хозяйстве. – М. : Изд-во Госстроя РФ, 2001. – 231 с. – ISBN 7-834-04822-6.

13. *Андрижиевский, А. А.* Энергосбережение и энергетический менеджмент : учеб. пособие / А. А. Андрижиевский, В. И. Володин. – М. : Высш. шк., 2005. – 294 с. – ISBN 5-94885-379-7.

14. 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 от 19 апр. 2010 г. № 182 // Бюл. норматив. актов федер. органов исполнит. власти от 5 июля 2010 г. № 27. – М., 2010.

15. *Колесников, А. И.* Энергосбережение в промышленных и коммунальных предприятиях / А. И. Колесников, М. Н. Федоров, Ю. М. Варфоломеев. – М. : ИНФРА-М, 2005. – 124 с. – ISBN 738-5-281-6253-1.

16. *Фокин, В. М.* Основы энергосбережения и энергоаудита / В. М. Фокин. – М. : Машиностроение -1, 2006. – 256 с. – ISBN 5-94275-279-6.

17. ГОСТ Р 8.563-96. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений. – Введ. 1996-12-11. – М. : Изд-во стандартов, 1997. – 34 с.

18. ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Ч. 1. Основные положения и определения. – Введ. 2002-01-09. – М. : Изд-во стандартов, 2002. – 29 с.

19. ГОСТ 8.207-76. Государственная система обеспечения единства измерений. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения. – Введ. 1976-15-04. – М. : Изд-во стандартов, 1976. – 42 с.

20. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике Основные понятия. Термины и определения. – Введ. 1989-19-01. – М. : Изд-во стандартов, 1998. – 34 с.

21. ГОСТ Р 51541-99. Энергосбережение. Энергетическая эффективность. Состав показателей. Общие положения. – Введ. 2000-18-01. – М. : Изд-во стандартов, 2000. – 29 с.

22. *Самойлов, М.В.* Основы энергосбережения / М. В. Самойлов, В. В. Паневчик, А. Н. Ковалёв. – Минск : Изд-во БГЭУ, 2008. – 198 с. – ISBN 985-426-683-4.

23. ГОСТ Р 51379-99. Энергосбережение. Энергетический паспорт промышленного потребителя топливно-энергетических ресурсов. – Введ. 2000-01-09. – М. : Изд-во стандартов, 2000. – 29 с.

24. ГОСТ 13109-97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Введ. 1999-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2000. – 31 с.

25. ГОСТ Р 51387-99. Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение. – Введ. 1999-30-11. – М. : Изд-во стандартов, 2000. – 28 с.

26. ГОСТ 8.417-2002. Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин. – Введ. 2003.04.02. – М. : Изд-во стандартов, 2003. – 19 с.

27. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий // Сборник СНиП. – Введ. 2003-10-01. – М. : Стройиндустрия, 2011. – 412 с. – ISBN 973-116-843-4.

28. СНиП 41-03-2003. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов // Сборник СНиП. – Введ. 2003-11-01. – М. : Стройиндустрия, 2011. – 412 с. – ISBN 973-116-843-4.

29. СНиП 2.04.01-85. Внутренний водопровод и канализация зданий // Сборник СНиП. Введ. 1986-01-07. – М. : Стройиндустрия, 2011. – 412 с. – ISBN 973-116-843-4.

30. СНиП 3.05.06-85. Электротехнические устройства // Сборник СНиП. – Введ. 1986-01-07. – М. : Стройиндустрия, 2011. – 412 с. – ISBN 973-116-843-4.

31. СНиП 3.05.03-85. Тепловые сети // Сборник СНиП. – Введ. 1986-01-07. – М.: Стройиндустрия, 2011. – 412 с. – ISBN 973-116-843-4.

32. Энергосбережение в многоквартирном доме / И. В.Генцлер [и др.]. – Тверь : Науч. кн., 2009. – 130 с. – ISBN 978-5904380-08-9.

33. Методика проведения экспресс-обследований и паспортизации эксплуатируемых жилых домов. – М. : Стройиндустрия, 2010. – 46 с. – ISBN 973-116-883-4.

Учебное издание

ШАХНИН Вадим Анатольевич
РОЩИНА Светлана Ивановна
СТАРИКОВ Альберт Николаевич

ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ

Курс лекций для подготовки энергоаудиторов

Подписано в печать 10.04.13.
Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 8,14. Тираж 100 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.
600000, Владимир, ул. Горького, 87.