

**Прокопенко В.В.**, к.т.н., доц., **Коцарь О.В.**, к.т.н., доц.,  
**Пятава А.В.**, к.соц.н., **Расько Ю.А.**, аспирант,  
**Павлова Ю.С.**, аспирант  
Национальный технический университет Украины «КПИ», Украина

## **МЕТОДОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПЕРМАНЕНТНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО АУДИТА**

Проведение традиционного энергетического аудита состоит в выполнении пяти последовательных этапов:

- 1) определение объема потребления энергии и ее стоимости;
- 2) исследование топливно-энергетических потоков на объекте;
- 3) анализ эффективности использования энергии и энергоносителей;
- 4) разработка рекомендаций по эффективному использованию энергоресурсов;
- 5) экономическое обоснование предлагаемых рекомендаций.

Методы проведения энергоаудита и его эффективность в этом случае во многом зависят от квалификации, мастерства и опыта энергоаудитора.

**"Подход ведущего продукта"** – это простой технический прием для начинающих энергоаудиторов. Подготовив несколько первых отчетов по результатам анализа энергоиспользования, начинающий энергоаудитор осознает актуальность и важность рекомендаций по энергосбережению, таких, например, как использование светильников с низким потреблением энергии, усиленный тепловой контроль и изоляция и т.п. После этого энергоаудитор может обследовать аналогичные объекты и определить возможности применения ранее использованных технологий энергосбережения. Этот технический прием активно используют для поиска рынков сбыта компании, которые продают энергосберегающее оборудование. Кроме того, этот прием могут использовать "внутренние" энергоменеджеры энергопотребляющих компаний, ряд объектов которых имеют аналогичные энергетические характеристики. Например, энергоменеджер компании, имеющей несколько цехов, мог бы определить перечень энергосберегающих мероприятий, которые целесообразно внедрять во всех цехах параллельно.

**"Подход ведущей проверки"** – это метод, рекомендованный для профессиональных энергоаудиторов. Метод основан на определении количества использованной энергии и сравнении этой величины с промышленными нормативами или теоретически обоснованным объемом энергопотребления. Метод позволяет выявить потенциальную экономию энергии. В первую очередь определяют количество энергии, которая потребляется основными группами потребителей, и сравнивают ее с общим потреблением энергии на предприятии. Выполнив такое сравнение, аудитор намечает пути экономии энергии, которые состоят, во-первых, в модернизации оборудования, во-вторых, в новом режиме обслуживания и эксплуатации и, в-третьих, в реструктуризации потребления энергии на объекте.

**"Смешанный подход"** – это частичное объединение описанных выше методов, рекомендуемое, вместо поиска широкого круга возможностей сбережения энергии, сосредоточиться на ограниченном количестве путей энергосбережения. По этой причине данный метод удобен для применения, например, на объектах когенерации. Качество энергоаудита, в этом случае, связано с человеческим фактором, прежде всего с квалификацией энергоаудитора. Поэтому аудитор должен обладать достаточными знаниями и уме-

ниями как в части технических, так и экономических аспектов энергосбережения. Кроме того, необходимость обработки больших объемов данных предполагает использование специализированного программного обеспечения и аппаратуры, к которым аудитор должен иметь доступ и уметь работать с ними. Аудитор также должен знать принцип действия и рабочие характеристики основного оборудования объекта энергоаудита.

На кафедре электроснабжения Института энергосбережения и энергоменеджмента Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт» на протяжении многих лет проводятся активные исследования с целью внедрения передовых методологий проведения энергетического аудита, а также оценки технико-экономических последствий их применения для различных регионов страны, промышленных предприятий, муниципальных и территориальных образований и др. Исследуются принципы реализации энергосберегающих мероприятий на основе традиционных и возобновляемых источников энергии с дальнейшим анализом и улучшением [5].

Результаты этих исследований положены в основу построения учебного модуля «Энергетический аудит», который вошел в список модулей европейского проекта CENEAST программы TEMPUS № 530603-TEMPUS-I-2012-1-LT-TEMPUS-JPCR. Проектом CENEAST предусмотрена разработка учебных модулей, учебных пособий и методических материалов с целью содействия скорейшему внедрению дисциплин по различной тематике в учебные процессы университетов – участников проекта и стран ЕС. Разработка вышеуказанных направлений, прежде всего в сфере высшего образования, является неотъемлемым условием вывода энергетики Украины на путь устойчивого развития.

В учебном модуле «Энергетический аудит» изучают методы и средства проведения энергетических обследований у субъектов хозяйственной деятельности с целью выявления и оценки резервов и формирования информационного обеспечения для разработки и внедрения системы энергетического менеджмента с целью повышения эффективности использования энергетических ресурсов и сокращения вредных выбросов. Большое внимание в разработанном учебном модуле уделено совершенствованию методологии энергетического аудита на базе прогрессивных измерительных и информационных технологий с целью реализации перманентного энергетического аудита.

Информационную базу энергетического аудита формируют данные учета энергоносителей на объекте аудита за отчетный период. На основе данных учета энергопотребления, результатов совместных измерений ряда влияющих физических величин на репрезентативном интервале и параметров объекта энергоаудита расчетным путем определяют показатели энергетической эффективности этого объекта с последующим проведением их сравнительного анализа относительно установленных норм и наилучших показателей аналогичных объектов [1]. При этом, результаты кратковременных измерений на репрезентативном интервале распространяют на весь отчетный период, зачастую достаточно продолжительный, что справедливо лишь с некоторой доверительной вероятностью.

В [2] уже отмечалось, что такой подход в современных условиях является малоэффективным и характеризуется достаточно высокой неопределенностью результатов, что в свою очередь приводит к снижению эффективности планируемых и внедряемых на основании этих результатов энергосберегающих мероприятий. Там же был предложен полнофункциональный инструментарий для реализации перманентного энергетического аудита на

базе автоматизированных систем контроля, учета и управления энергоиспользованием (АСКУЭ) [3].

Полномасштабные распределенные АСКУЭ, базирующиеся на современных информационных технологиях, способны обеспечить непрерывный учет энергоресурсов и выполнять совместные измерения влияющих величин с целью выявления взаимозависимостей и тенденций. Обработка результатов измерений производится в реальном времени, что дает возможность осуществлять оперативный анализ текущих режимов энергопотребления, своевременно выявлять отклонения от стандартов и формировать информационное обеспечение задач управления энергоиспользованием в рамках «цикла неуклонного улучшения». При этом можно говорить об интеллектуализации инструментария и изменении требований к квалификации специалистов-энергоаудиторов: главная роль энергоаудитора в этом случае заключается в творческом осмыслении результатов и инновации передовых технических решений. И хотя базовые подходы не изменяются [2], применение АСКУЭ требует некоторого изменения методологии проведения энергетического аудита.

**Формирование базы данных** учета энергоносителей и измерений влияющих величин осуществляется в АСКУЭ автоматически в рамках совместного решения целого комплекса задач, в т.ч. обеспечение коммерческого и технического (технологического) учета энергоносителей, обмен информацией с поставщиками и операторами энергетических рынков при согласовании режимов энергопотребления и проведения расчетов за потребленные энергоносители, взаимодействие с диспетчерскими службами при вводе ограничений и управлении режимами энергоиспользования, оптимизация режимов энергопотребления при использовании дифференцированных тарифов и т.д. Основное внимание энергоаудитора на этом этапе должно быть уделено разработке регламента функционирования АСКУЭ, наладке системы (при необходимости), формированию базы справочных и нормативных данных и синхронизации измерений.

**Обработка результатов измерений** в АСКУЭ осуществляется в соответствии с загружаемыми алгоритмами. Вычисление базового энергопотребления, определение текущих и интегральных параметров режимов энергопотребления и характеристик энергоэффективности реализуется АСКУЭ в реальном времени [4]. На основании вычисленных величин определяются показатели эффективности энергосберегающих мероприятий, отклонения от стандартов энергопотребления, формируется информационное обеспечение задач управления режимами энергопотребления. На этом этапе важное значение приобретает способность энергоаудитора осуществлять оперативный анализ полученных результатов, в т.ч. в части принятия управляющих решений.

**Анализ результатов и принятие решений** в условиях проведения перманентного энергетического аудита представляет непрерывный процесс. АСКУЭ обеспечивают формирование, упорядочивание, ранжирование, сравнение (бенчмаркинг), определение отклонений, селекцию, отображение и документирование информации в автоматическом режиме. Задачей энергоаудита в этих условиях является контроль отклонений от плановых показателей или тенденций и выработка управляющих воздействий с целью направления процессов в расчетные границы. В зависимости от объекта энергоаудита такой контроль может осуществляться непрерывно или периодически. При этом АСКУЭ способны выполнять статистическую обработку информации, а также прогнозировать варианты развития событий и возможные отклонения от стандартов.

Работа выполнялась в рамках выполнения европейского проекта CENEAST программы TEMPUS № 530603-TEMPUS- I -2012-1-LT-TEMPUS-JPCR по вопросам реформирования высшего образования в сфере застроенной среды.

**Список литературы:**

1. Енергетичний аудит з прикладами та ілюстраціями: Навчальний посібник/В.В.Прокопенко, О.М.Закладний, П.В.Кульбачний. – Київ.: Освіта України, 2009. – 438с.
2. Полнофункциональный инструментарий для реализации перманентного энергетического аудита / В.В.Прокопенко, О.В.Коцарь, Ю.О.Расько, Ю.С.Павлова // Энергетика: економіка, технології, екологія. 2014. – №2 – С.84 – 91.
3. Коцарь О.В. Базовые технические решения при построении распределенных АС-КУЭ // Метрологічне забезпечення обліку електричної енергії в Україні. 5-а Науково-практична конференція – Матеріали, Київ, 2005. – С.126-133.
4. Коцарь О.В. Оценка и контроль текущих параметров режимов электропотребления промышленных предприятий // Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика / Тематический выпуск Вестника национального технического университета «ХПИ» – Харьков, 2003. – №10 – С.301 – 305.
5. А.В. Праховник, В.А. Попов, Е.С. Ярмолук, М.Т. Кокорина. Перспективы и пути развития распределенной генерации в Украине // Энергетика, економіка, технології, екологія 2012 - №2 – С.8-14.