

ПРООН/ГЭФ
Проект №00077154

«Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике
Беларусь»

Отчет

**Учебные программы подготовки специалистов
по вопросам энергетического аудита
в высших учебных заведениях Республики Беларусь.**

Исполнитель,
Эксперт по вопросам
энергетического аудита в зданиях

А.Ф.Молочко

Минск
июль 2014

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | Общие сведения об образовательных программах | 3 |
| 1.1 | Энергетический аудит | 4 |
| 1.2 | Методы оценки экономической эффективности энергосберегающих инвестиционных проектов | 4 |
| 1.3 | Энергетический менеджмент | 8 |
| 1.4 | Энергетический аудит | 9 |
| 2 | Анализ существующих учебных программы подготовки специалистов в высших учебных заведениях Республики Беларусь | 11 |
| 3 | Рекомендации по внесению корректировок в программы подготовки специалистов в высших учебных заведениях Республики Беларусь..... | 13 |
| | Список использованных источников | 14 |

1 Общие сведения об образовательных программах

Указом Президента Беларуси № 378 от 22 июля 2010 г. к приоритетным направлениям научно-технической деятельности в Республике Беларусь на 2011–2015 годы были отнесены энергетика и энергосбережение.

Начиная с 1996 г. в Республике создана структура и основные элементы непрерывной системы образования в области энергосбережения, открыта новая специальность "Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент", в ведущих технических вузах республики образованы кафедры соответствующего профиля, налажена система научно-технологической информации и пропаганды. Активно осуществляется международное сотрудничество.

Курс «Энергосбережение и энергетический менеджмент» включен в программу обучения большинства специальностей. Продолжительность курса 1 семестр, включающий лекции, практические и лабораторные занятия. В части лекций рассматриваются такие темы:

Энергосбережение в зданиях и сооружениях

Здания – потребители энергии. Конструктивные элементы и инженерные системы зданий, влияющие на потребление энергии. Потери тепла в зданиях за счет теплопередачи и воздухообмена. Утепление наружных стеновых ограждающих поверхностей. Пути снижения потерь тепла через окна, дверные и технологические проемы. Модернизация существующих систем отопления зданий. Методы автоматизированного регулирования потребления тепла. Пофасадное регулирование отпуска тепла. Индивидуальное регулирование отопительных приборов. Проекты энергоэффективных зданий с минимальным потреблением энергии.

Учет и контроль за расходом энергоресурсов

Учет и контроль энергоресурсов – основа энергосбережения. Виды энергоресурсов, подлежащих учету: топливо, теплота и электроэнергия. Методы измерения количества потребляемого топлива. Учет теплоты. Измерение температур и расхода теплоносителя. Принципы регистрации тепла теплосчетчиками. Электрические счетчики. Преимущества электронных счетчиков электроэнергии. Ватт- и ваттварметры.

Приборы и методы анализа эффективности использования энергии: измеритель времени, счетчик числа включений-отключений потребителей энергии, газоанализаторы состава дымовых газов энергоустановок, инфракрасные пирометры и томографы.

1.1 Энергетический аудит

Цель энергетического аудита и задачи, решаемые с его помощью. Этапы энергетического аудита. Знакомство с энергетическим хозяйством предприятия. Составление карты (технических паспортов) потребления энергии. Анализ ретроспективных и текущих данных по энергопотреблению. Составление энергетических и материальных балансов. Разработка и обоснование энергетической и экономической эффективности мероприятий по экономии энергии. Составление отчета с перечнем мероприятий по экономии энергии. Сопровождение внедрения утвержденных мероприятий. Цикличность энергетического аудита. Помощь во внедрении энергетического менеджмента на предприятии.

1.2 Методы оценки экономической эффективности энергосберегающих инвестиционных проектов

Инвестиционная деятельность в области энергосбережения. Типы инвестиционных проектов. Интегрированный анализ инвестиционных проектов (технический, экономический, социальный, экологический). Роль экономического анализа в принятии решений. Поток денежных средств. Временная стоимость денег и ее учет на основе процесса дисконтирования. Инфляция. Критерии оценки эффективности инвестиционных проектов: срок окупаемости, учетная норма прибыли, чистая текущая ценность (чистый дисконтированный доход), внутренняя норма рентабельности (прибыли), индекс рентабельности. Отбор инвестиционных проектов из нескольких альтернативных. Взаимоисключающие проекты. Инвестиционные проекты в условиях риска.

Учебный план в части энергоаудита зданий включает следующие практические и лабораторные занятия:

1. Методика расчета теплоизоляции и расхода тепла на отопление здания

Цель занятия: освоение методики определения теплопотерь через наружные ограждающие конструкции (стены, кровля) здания и расхода тепла на отопление здания

2. Определение теплопотерь через оконные проемы

Цель занятия: освоение методики расчета теплопотерь через оконные проемы

3. Применение в теплоснабжении тепловых насосов

Цель занятия: изучить назначение, цикл работы, основные элементы конструкции, достоинства и недостатки тепловых насосов

4. Расчет показателей эффективности энергосбережения

Цель занятия: изучение методических подходов для определения показателей эффективности энергосберегающих мероприятий.

5. Изучение приборов контроля и учета энергоресурсов, тепловой и электрической энергии.

Цель занятия: освоение методики с приборами контроля и учета энергоресурсов, тепловой и электрической энергии

6. Определение эффективности использования средств, направляемых на выполнение энергосберегающих мероприятий

Цель занятия: провести расчет экономической эффективности результатов внедрения энергосберегающих мероприятий

В трех вузах страны Белорусский национальный технический университет, Белорусский национальный технический университет и Международный государственный экологический университет имени А.Д.Сахарова ведется подготовка по специальности «Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент». По окончании обучения присваивается квалификация: инженер-энергоменеджер.

В 2011 году в учреждении образования «Белорусский государственный университет транспорта» была создана кафедра «Энергоэффективные технологии на транспорте». Предполагается введение специальности «Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент» (специализация 1-43 01 06 06 «Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент на транспорте») в данном вузе.

Таблица 1 – Перечень вузов, ведущих подготовку по специальности

| Наименование вуза | Факультет | Кафедра | Код специальности |
|--|---|--|--|
| Белорусский государственный технологический университет | Факультет технологии и техники лесной промышленности | Кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники | 43 01 06 Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент |
| Белорусский национальный технический университет | Факультет технологий управления и гуманизации | ЮНЕСКО Энергосбережение и возобновляемые источники энергии | |
| Международный государственный экологический университет имени А.Д.Сахарова | Факультет мониторинга окружающей среды | кафедра энергоэффективных технологий | |
| Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого | Институт повышения квалификации и переподготовки кадров | | 1-26 02 83 Энергетический менеджмент |
| ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ» | | Теплоэнергетика и эффективное использование топливно-энергетических ресурсов | 1-26 02 83 Энергетический менеджмент |
| Белорусский национальный технический университет | | Кафедра "Инновационного менеджмента" | 1-26 02 83 Энергетический менеджмент |

Студенты данной специальности овладевают знаниями, необходимым в работе в сфере топливно-энергетического комплекса, внедрения нового энергосберегающего оборудования, материалов и технологий, энергоэффективного использования зданий, сооружений, инженерных сетей, энергетической экспертизы и энергосберегающих проектов.

Деятельность энергетического менеджера направлена на организацию эффективного использования энергии с минимальными неизбежными потерями и включает:

- Участие в составлении карты потребления энергии (энергетического паспорта) предприятия, организации.
- Сбор данных по потреблению топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) с использованием счетчиков и контрольно-измерительной аппаратуры и составление, при необходимости, плана установки дополнительных приборов.
- Сбор данных по потокам сырья, ТЭР и готовой продукции.
- Составление и анализ энергетических балансов.
- Расчет ключевых данных по повышению эффективности использования энергии в целом по предприятию и отдельным производствам.
- Разработку, планирование и внедрение мер по экономии энергии, не требующих инвестиций или с минимальными инвестициями.
- Разработку, оценку, определение и планирование приоритетных мер по экономии энергии, требующих более крупных инвестиций.
- Составление норм потребления ТЭР.
- Информирование персонала предприятия о деятельности по энергетическому менеджменту и информирование о мерах, предпринимаемых в настоящее время, направленных на экономию энергии.
- Участие в выработке производственных планов, составлении бюджета и производственной стратегии предприятия.
- Внедрение новых технологий на существующих и новых энергосистемах для повышения энергоэффективности производства.

Учебный план в части энергетического аудита в зданиях в БНТУ включает в себя такие специальные дисциплины как «Энергопотребление в зданиях и сооружениях», «Учет, контроль и регулирование энергоресурсов», «Производство, транспорт и потребление энергетической энергии», «Энергетический аудит и менеджмент», «Энергетическое планирование и финансы в сфере энергосбережения».

Учебный курс «Энергопотребление в зданиях и сооружениях» включает в себя курсовую работу на тему «Тепловая модернизация жилого здания с реконструкцией участка внутриквартальной тепловой сети». В рамках данной работы рассчитываются сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций, тепловые потери инфильтрацией, расходы тепловой энергии на

отопление и горячее водоснабжение здания, удельная тепловая характеристика здания, экономическая эффективность мероприятия по тепловой модернизации здания.

В рамках курса предполагается выполнение практических и лабораторных работ по следующим темам:

- Исследование эффективности работы оборудования тепловых пунктов жилых и общественных зданий.
- Исследование эффективности работы отопительного прибора.
- Исследование эффективности теплоизоляции тепловых сетей.
- Исследование работы естественной системы вытяжной вентиляции.
- Энергоэффективные технологии в системах вентиляции жилых зданий.
- Определение эффективности работы газовой плиты.
- Исследование сравнительных характеристик электрических источников света.

Обучающие программы включают в себя как теоретический, так и практический методы обучения.

В Республике Беларусь действуют программы по переподготовке специалистов по специальности 1-26 02 83 «Энергетический менеджмент». Применительно к энергоаудиту зданий учебный план включает в себя такие дисциплины:

1.3 Энергетический менеджмент

Роль энергетического менеджмента в повышении эффективности использования энергетических ресурсов в Республике Беларусь. Энергетический менеджмент на предприятии. Менеджмент эффективного использования ТЭР. Энергетический консалтинг и аудит. Нормирование расхода ТЭР. Требования к нормам расхода ТЭР. Классификация норм расхода ТЭР. Система энергоэкономических показателей. Анализ состояния нормирования на предприятии. Методы разработки (расчёта) норм расхода ТЭР. Планирование развития и реконструкции энергетического хозяйства предприятия. Управление энергоснабжением и энергопотреблением. Учет и регулирование энергопотребления. Эффективность учета энергетических ресурсов. Понятие об удельных нормах расхода энергии и планирование энергопотребления в промышленности. Управление энергетическими потоками. Составление карты энергопотребления. Анализ энергетического баланса. Энергетическое планирование. План энергетического развития предприятия. Энергетический мониторинг. Управление энергосберегающими технологиями и

энергоэффективным оборудованием в промышленности. Управленческий консалтинг. Экономические и организационно-управленческие аспекты обеспечения энергоэффективности.

1.4 Энергетический аудит

Основы энергетического аудита. Экспресс-аудит, его сущность. Разработка программ по энергосбережению. Современные технологии профессионального энергоаудита. Аудит энергоэффективности и аудит энергосбережения. Определение энергосберегающего потенциала с помощью

современных технологий и методов контроля. Учет и регулирование энергопотребления. Приборы учета и контроля при проведении энергетического обследования. Автоматизация энергоучета. Внедрение автоматизированных систем учета и контроля энергопотребления. Анализ методов учета энергоэффективности и энергопользования при прогнозировании и планировании электропотребления. Нормирование расхода ТЭР. Энергетические балансы предприятия и управление энергетическими потоками. Энергосберегающие технологии и энергоэффективное оборудование. Эффективность энергоиспользования.

В вузах, осуществляющих подготовку по специальности «Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент» издается большое количество учебно-методических пособий, которые могут быть применены при обучении энергетическому обследованию зданий, например:

- Энергоэффективность в жилищно-коммунальном хозяйстве: лабораторный практикум для студентов специальности 1-43 01 06 «Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент» / Сост.: А.А. Ганжин, С.В. Климович, И.В. Янцевич. – Минск: БНТУ, 2008. – 88 с.
- Энергоэффективность в жилищно-коммунальном хозяйстве : учебно-методическое пособие по курсовой работе "Тепловая модернизация жилого здания с реконструкцией участка внутриквартальной тепловой сети" / А. В. Горбач – Минск: БНТУ, 2009. – 88 с.
- Основы энергосбережения : Учеб.пособие для вузов / М.В.Самойлов, В.В.Паневчик, А.Н.Ковалев – Минск: БГЭУ, 2003. – 198 с.
- Основы энергосбережения. Курс лекций /Под ред. Н.Г. Хутской. Мн.: Технология 1999.
- Учеб. пособие по курсу "Энергосбережение и энергетический менеджмент" для студентов неэнергетических техни, технол. и

инженер.-экон. специальностей / В.И.Володин; Бел. гос. технол. ун-т. - Мн. : БГТУ, 2001. - 182 с.

- Теплофизика и энергетический менеджмент в строительстве : учебное пособие / В. И. Володин. — Минск, 2008.
- Энергосбережение и возобновляемые источники энергии: учебно-методическое пособие / О. И. Родькин [и др.]; под общ. ред. С. П. Кундаса. – Минск : МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2011. – 160 с.

2 Анализ существующих учебных программы подготовки специалистов в высших учебных заведениях Республики Беларусь.

На основе данных приведенных, в разделе 1 можно сделать вывод о том, что в Республике Беларусь на достаточно высоком уровне осуществляется подготовка специалистов в области энергосбережения. Для выпускников вузов, которые будут занимать руководящие позиции, инженеров, технических специалистов, проводится базовый курс специальности. А также осуществляется специализированная подготовка инженеров, которые будут заниматься энергетическими обследованиями.

Таковыми специалистами являются выпускники специальности 1 43 06 «Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент». В процессе обучения студенты получают знания и навыки в областях:

- нормативно-правовой базы энергосбережения в области энергоэффективности зданий;
- определения расчетных климатических параметров;
- определения термического сопротивления наружных ограждающих конструкций;
- определения тепловых потерь инфильтрацией;
- определения расчетного потребления тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение зданий, электрической энергии;
- определения удельных энергетических характеристик;
- инструментальных методов определения параметров энергетических ресурсов на основе имеющейся приборной базы: температура, влажность, скорость движения воздуха, скорость движения потока, тепловой поток, освещенность, сила тока в сети, напряжение и др.;
- составления энергетических потоков и балансов;
- выбора типовых энергосберегающих мероприятий и проведение технико-экономического анализа выбранных мероприятий;
- изучения специального программного обеспечения, например Matlab, для наглядного построения и моделирования тепловых потоков.

Следует отметить, что обучение носит больше теоретический характер. Объясняется это отсутствием возможности проведения натуральных измерений и расчетов реально существующих зданий, а только теоретических моделей. Также следует отметить отсутствие на обучающих кафедрах специализированного и

дорогостоящего оборудования, такого как анализатор качества и количества электрической энергии, тепловизора и др.

Отличительной особенностью является определение интегральных энергетических характеристик с учетом действующих белорусских стандартов, без учета передового мирового опыта определения классов энергетической эффективности зданий (ASHRAE, Energy Star, RESNET и других).

При расчете технико-экономического анализа предлагаемых мероприятий не используются международный протокол измерений и верификации выполнимости (The International Performance Measurement and Verification Protocol (IPMVP)) , разработанный Организацией по оценке эффективности (Efficiency Valuation Organization (EVO)).

3 Рекомендации по внесению корректировок в программы подготовки специалистов в высших учебных заведениях Республики Беларусь

Для улучшения качества подготовки специалистов в области энергетического аудита жилых зданий рекомендуется:

- - включить в учебную программу международный опыт сертификации зданий и определения интегральных энергетических характеристик;
- - в программе дисциплины «Энергопотребление в зданиях и сооружениях» уделить большее внимание инсоляции зданий;
- - в программе дисциплины «Энергопотребление в зданиях и сооружениях» включить методику определения класса энергоэффективности зданий, а также составления энергетического паспорта здания;
- - в дисциплины «Энергетический аудит и менеджмент» для определения эффективности энергосберегающих мероприятий включить методику международного протокола измерений и верификации выполнимости (The International Performance Measurement and Verification Protocol (IPMVP));
- - организовывать практические занятия для студентов с организациями, занимающимися энергетическими обследованиями для проведения натурных измерений и получения данных о реально существующих зданиях.

Список использованных источников

[1] Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 29.07.2006 № 964 «Об энергетическом обследовании организаций»

[2] Директива Президента Республики Беларусь от 14 июня 2007 г. №3 «Экономия и бережливость – основа энергетической независимости и экономической безопасности Беларуси»

[3] Концепция энергетической безопасности и повышения энергетической независимости Республики Беларусь Указ Президента РБ № 433 от 17 сентября 2007.

[4] Республиканская программа энергосбережения на 2011–2015 годы (утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 24 декабря 2010 г. № 1882)

[5] ОСРБ 1-26 02 83-2013 Переподготовка руководящих работников и специалистов, имеющих высшее образование. Специальность 1-26 02 83.

[6] Основы энергосбережения. Курс лекций /Под ред. Н.Г. Хутской. Мн.: Технология 1999.

[7] Учеб. пособие по курсу "Энергосбережение и энергетический менеджмент" для студентов неэнергетических техни, технол. и инженер.-экон. специальностей / В.И.Володин; Бел. гос. технол. ун-т. - Мн. : БГТУ, 2001. - 182 с.