

Государственное образовательное учреждение
"Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко"
Физико-технический институт
Кафедра автоматизированных технологий и промышленных комплексов

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой, доцент
В.Г. Звонкий
«29» 08 2023 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ
(ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ АУДИТ)

Направление
15.04.02 Технологические машины и оборудование

Профиль
Инновация и рынок машин и оборудования

Квалификация (степень)
выпускника:
Форма обучения:

магистр
очная

Год набора:

2022 г.

Разработал: доцент
/ В.Г. Звонкий
«29» 08 2023 г.

Тирасполь, 2023 г.

**Паспорт
фонда оценочных средств по учебной дисциплине**

- 1. В результате изучения дисциплины Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения (Энергетический аудит) у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:**

Категория (группа) компетенций	Код и наименование	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Универсальные компетенции и индикаторы их достижения		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения		
-	ОПК-7. Способен разрабатывать современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении	ИД-1 _{ОПК-7} Способен проводить научную экспертизу и проанализировать экологическую целесообразность реализации проектов с точки зрения рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении
		ИД-2 _{ОПК-7} Использует основные направления современного сырьевого- и энергосбережения, структуру сырьевого- и энергосберегающих мероприятий, основные принципы сырьевого- и энергосбережения на производстве.
		ИД-3 _{ОПК-1} Способен применять полученные знания для решения задач энергосбережения на предприятиях машиностроения
-	ОПК-11. Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании	ИД-1 _{ОПК-11} Применяет методы стандартных испытаний и исследований материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании профильной деятельности
		ИД-2 _{ОПК-11} Определяет физико-механические свойства и технологические показатели материалов, используемых и получаемых на технологических машинах и оборудовании профильной деятельности
		ИД-3 _{ОПК-11} Исследует материалы и процессы, влияющие на основные показатели качества работы технологических машинах и оборудовании профильной деятельности
Обязательные профессиональные компетенции и индикаторы их достижения		
-	-	-
Рекомендуемые профессиональные компетенции и индикаторы их достижения (при необходимости)		
-	-	-

2. Программа оценивания контролируемой компетенции:

Текущая аттестация	Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины их название	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
РУБЕЖНЫЙ КОНТРОЛЬ	Раздел 1 Основы энерго- и ресурсосбережения Раздел 2 Краткая характеристика технологических схем и потребителей энергии	ОПК-7. ОПК-11.	Тест №1 Практическое занятие №1-6
РУБЕЖНАЯ АТТЕСТАЦИЯ	Раздел 3 Энергетические балансы установок, цехов и предприятий		Тест №2 Лабораторная работа №7-14

	Раздел 4 Энергетический паспорт промышленного потребителя энергетических ресурсов		
Промежуточная аттестация		Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
№1		ОПК-7.	Зачет с оценкой
№2		ОПК-11.	

3. Показатели и критерии оценивания компетенции по этапам формирования, описание шкал оценивания

Этапы оценивания компетенции	Показатели достижения заданного уровня освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		2	3	4	5
Первый этап	Знать ОПК-7. Знать способы проведения научной экспертизы и анализировать экологическую целесообразность реализации проектов с точки зрения рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении	Не знает способы проведения научной экспертизы и анализировать экологическую целесообразность реализации проектов с точки зрения рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении	Знает способы проведения научной экспертизы и анализировать экологическую целесообразность реализации проектов, но не знает способы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении	Знает способы проведения научной экспертизы и анализировать экологическую целесообразность реализации проектов с точки зрения рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов, но не может применить знания для отрасли машиностроения	Знает способы проведения научной экспертизы и анализировать экологическую целесообразность реализации проектов с точки зрения рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении
Второй этап	Уметь ОПК-7. Уметь использовать основные направления современного сырьевого- и энергосбережения, структуру сырьевого- и энергосберегающих мероприятий, основные принципы сырьевого- и энергосбережения на производстве.	Не умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	Правильно определяет основные направления сырьевого- и энергосбережения, структуру сырьевого- и энергосберегающих мероприятий, но не умеет применять основные принципы сырьевого- и энергосбережения на производстве	Умеет применять методики современного сырьевого- и энергосбережения, структуру сырьевого- и энергосберегающих мероприятий, оформлять отчеты, но не умеет применять основные принципы сырьевого- и энергосбережения на производстве	Умеет использовать основные направления современного сырьевого- и энергосбережения, структуру сырьевого- и энергосберегающих мероприятий, основные принципы сырьевого- и энергосбережения на производстве.
Третий этап	Владеть ОПК-7. Владеть способностью применять полученные знания для решения задач энергосбережения на предприятиях машиностроения	Не владеет способностью применять полученные знания для решения задач энергосбережения на предприятиях машиностроения	Владеет методами расчета теоретического и решения задач энергосбережения на предприятиях машиностроения, но не владеет порядком оформления их результатов	Владеет методами расчетов теоретического и экспериментального решения задач энергосбережения на предприятиях машиностроения и грамотно составляет отчетную документацию, но ошибается в обработке результатов	Владеет методами расчетов теоретического и экспериментального решения задач энергосбережения на предприятиях машиностроения и грамотно составляет отчетную документацию и обрабатывает их результаты

Первый этап	Знать ОПК-11. Знать применение методов стандартных испытаний и исследований материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании профильной деятельности	Не знает применение методов стандартных испытаний и исследований материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании профильной деятельности	Знает основные понятия методов стандартных испытаний и исследований материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании, но не знает способы их профильной деятельности	Знает основные понятия и основы методов стандартных испытаний и исследований материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании, но не может применять знания при профильной деятельности	Знает применение методов стандартных испытаний и исследований материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании профильной деятельности
Второй этап	Уметь ОПК-11. Уметь определять физико-механические свойства и технологические показатели материалов, используемых и получаемых на технологических машинах и оборудовании профильной деятельности	Не умеет определять физико-механические свойства и технологические показатели материалов, используемых и получаемых на технологических машинах и оборудовании профильной деятельности	Правильно определяет стандартные физико-механические свойства и технологические показатели материалов, но не умеет применять для технологических машин и оборудовании профильной деятельности	Умеет применять методики определения физико-механических свойств и технологических показателей материалов, используемых и получаемых на технологических машинах и оборудовании профильной деятельности, оформлять отчеты, но не умеет обрабатывать результаты	Умеет применять методики определения физико-механических свойств и технологических показателей материалов, используемых и получаемых на технологических машинах и оборудовании профильной деятельности
Третий этап	Владеть ОПК-11. Владеть методами исследования материалов и процессов, влияющие на основные показатели качества работы технологических машин и оборудовании профильной деятельности	Не владеет методами исследования материалов и процессов, влияющие на основные показатели качества работы технологических машин и оборудовании профильной деятельности	Владеет методами исследования материалов и процессов, влияющие на основные показатели качества работы технологических машин и оборудовании профильной деятельности, но не владеет порядком оформления их результатов	Владеет методами исследования материалов и процессов, влияющие на основные показатели качества работы технологических машин и оборудовании профильной деятельности и грамотно составляет отчетную документацию, но ошибается в обработке их результатов	Владеет методами исследования материалов и процессов, влияющие на основные показатели качества работы технологических машин и оборудовании профильной деятельности и грамотно составляет отчетную документацию и обрабатывает их результаты

4. Шкала оценивания

Согласно Положению «О порядке организации аттестации в ИТИ ПГУ им. Т.Г. Шевченко, итоговая оценка представляет собой сумму баллов, полученных студентом по итогу освоения дисциплины (модуля):

Оценка в традиционной шкале	Оценка в 100-балльной шкале	Буквенные эквиваленты оценок в шкале ЗЕ (% успешно аттестованных)
5 (отлично)	88–100	А (отлично) – 88-100 баллов
4 (хорошо)	70–87	В (очень хорошо) – 80-87баллов
		С (хорошо) – 70-79 баллов
3 (удовлетворительно)	50–69	D(удовлетворительно) – 60-69 баллов
		E(посредственно) – 50-59 баллов

2 (неудовлетворительно)	0–49	Гх– неудовлетворительно, с возможной пересдачей – 21-49 баллов
		Г– неудовлетворительно, с повторным изучением дисциплины – 0-20 баллов

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице, указанной ниже

А	“Отлично” - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.
В	“Очень хорошо” - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному.
С	“Хорошо” - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.
Д	“Удовлетворительно” - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.
Е	“Посредственно” - теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному.
Гх	“Условно неудовлетворительно” - теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий.
Г	“Безусловно неудовлетворительно” - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий.

5. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций при изучении учебной дисциплины в процессе освоения образовательной программы

5.1 Типовой вариант задания на практическое занятие

5.1.1. Практическое занятие №1

Тема: Характеристика систем энерго- и ресурсоснабжения предприятия черной металлургии и машиностроительной промышленности, пищевой промышленности.

Контрольные вопросы к практическому занятию №1:

1. В зависимости от вида используемого сырья, характера физико-химических процессов и вида выпускаемой продукции дать определение предприятиям черной металлургии с полным циклом передела.
2. Особенность машиностроительных предприятий.
3. Особенность предприятий пищевой промышленности.
4. В зависимости от вида используемого сырья, характера физико-химических процессов и вида выпускаемой продукции дать определение предприятиям черной металлургии с не полным циклом передела.
5. В зависимости от вида используемого сырья, характера физико-химических процессов и вида выпускаемой продукции дать определение мини-заводам черной металлургии.
6. В зависимости от вида используемого сырья, характера физико-химических процессов и вида выпускаемой продукции дать определение специфическим предприятиям черной металлургии.

5.1.2. Практическое занятие № 2.

Тема: Характеристика систем энерго- и ресурсоснабжения предприятия текстильной, легкой и строительной промышленности.

Контрольные вопросы к практическому занятию №2:

1. В зависимости от вида используемого сырья, характера физико-химических процессов и вида выпускаемой продукции дать определение предприятиям текстильной промышленности.
2. В зависимости от вида используемого сырья, характера физико-химических процессов и вида выпускаемой продукции дать определение предприятиям легкой промышленности.
3. В зависимости от вида используемого сырья, характера физико-химических процессов и вида выпускаемой продукции дать определение предприятиям производящие цемент.
4. В зависимости от вида используемого сырья, характера физико-химических процессов и вида выпускаемой продукции дать определение предприятиям производящие железобетонные изделия.
5. В зависимости от вида используемого сырья, характера физико-химических процессов и вида выпускаемой продукции дать определение предприятиям производящие кирпич.

5.1.3. Практическое занятие № 3.

Тема: Потенциал энергосбережения и ресурсосбережения отраслевых предприятий черной металлургии и машиностроительной промышленности.

Контрольные вопросы к практическому занятию №3:

1. Повышение эффективности использования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) на предприятиях черной металлургии.
2. Особенность потенциала энергосбережения на металлургических предприятиях.
3. Основы формирования концептуальных положений энергосбережения на предприятиях черной металлургии
4. Основные концептуальные положения повышения энергоэффективности и рационального использования материальных ресурсов в металлургии.

5. Роль ресурсосбережения в системе управления деятельностью машиностроительного предприятия.
6. Энергосбережение как фактор повышения эффективности деятельности машиностроительного предприятия.
7. Сущность и содержание категории «малоотходные и безотходные производства».
8. Характер системных взаимосвязей ресурсосбережения с технологическим, экологическим, организационным и экономическим факторами.

Практическое занятие № 4.

Тема: Потенциал энергосбережения и ресурсосбережения отраслевых предприятий пищевой промышленности.

Контрольные вопросы к практическому занятию №4:

1. Повышение эффективности использования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) на предприятиях пищевой промышленности.
2. Особенность потенциала энергосбережения на предприятиях пищевой промышленности.
3. Основы формирования концептуальных положений энергосбережения на предприятиях пищевой промышленности.
4. Основные концептуальные положения повышения энергоэффективности и рационального использования материальных ресурсов в пищевой промышленности.
5. Роль ресурсосбережения в системе управления деятельностью предприятия пищевой промышленности.
6. Энергосбережение как фактор повышения эффективности деятельности предприятия пищевой промышленности.
7. Сущность и содержание категории «малоотходные и безотходные производства».
8. Характер системных взаимосвязей ресурсосбережения с технологическим, экологическим, организационным и экономическим факторами.

Практическое занятие № 5.

Тема: Потенциал энергосбережения и ресурсосбережения отраслевых предприятий текстильной и легкой промышленности.

Контрольные вопросы к практическому занятию №5:

1. Повышение эффективности использования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) на предприятиях текстильной и легкой промышленности.
2. Особенность потенциала энергосбережения на предприятиях текстильной и легкой промышленности.
3. Основы формирования концептуальных положений энергосбережения на предприятиях текстильной и легкой промышленности.
4. Основные концептуальные положения повышения энергоэффективности и рационального использования материальных ресурсов в текстильной и легкой промышленности.
5. Роль ресурсосбережения в системе управления деятельностью предприятиями текстильной и легкой промышленности.
6. Энергосбережение как фактор повышения эффективности деятельности предприятий текстильной и легкой промышленности.

7. Сущность и содержание категории «малоотходные и безотходные производства».
8. Характер системных взаимосвязей ресурсосбережения с технологическим, экологическим, организационным и экономическим факторами.

Практическое занятие № 6.

Тема: Потенциал энергосбережения и ресурсосбережения предприятий строительной промышленности.

Контрольные вопросы к практическому занятию №6:

1. Повышение эффективности использования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) на предприятиях строительной промышленности.
2. Особенность потенциала энергосбережения на предприятиях строительной промышленности.
3. Основы формирования концептуальных положений энергосбережения на предприятиях строительной промышленности.
4. Основные концептуальные положения повышения энергоэффективности и рационального использования материальных ресурсов в строительной промышленности.
5. Роль ресурсосбережения в системе управления деятельностью предприятия строительной промышленности.
6. Энергосбережение как фактор повышения эффективности деятельности предприятия строительной промышленности.
7. Сущность и содержание категории «малоотходные и безотходные производства».
8. Характер системных взаимосвязей ресурсосбережения с технологическим, экологическим, организационным и экономическим факторами.

Практическое занятие № 7.

Тема: Электробалансы электроприводов и электро-технологических установок. Цеховые и общезаводские электробалансы.

Контрольные вопросы к практическому занятию №7:

1. Назначение и виды энергетических балансов.
2. Как определяют энергетические потери.
3. Для чего может служить аналитический баланс.
4. Разработка плановых балансов.
5. Методы составления расходной части электробалансов.
6. Электробалансы электроприводов.

Практическое занятие № 8.

Тема: Типовые мероприятия по энергосбережению в котельных, в системах отопления.

Контрольные вопросы к практическому занятию №8:

1. Приведите пример современного оборудования, применяемого в системах отопления и теплоснабжения?
2. Снижение расхода энергии системами отопления.
3. Вторичное использование воздуха помещений для их отопления и вентиляции.
4. Регулирование подачи тепла

5. Анализ режимов эксплуатации котельного оборудования.
6. Анализ режимов работы системы отопления.

Практическое занятие № 9.

Тема: Типовые мероприятия по энергосбережению по электроприводам, в системах освещения.

Контрольные вопросы к практическому занятию №9:

1. Снижение расхода энергии системами освещения.
2. Анализ режимов работы системы электроосвещения.
3. Потери в электрических сетях предприятия.
4. Потери холостого хода всего агрегата.
5. Потери при нагрузке.
6. Относительные постоянные потери

Практическое занятие № 10.

Тема: Типовые мероприятия по энергосбережению в системах вентиляции и кондиционирования воздуха.

Контрольные вопросы к практическому занятию №10:

1. Теплосберегающие системы воздушного отопления и вентиляции
2. Использование теплоты удаляемого вентиляционного воздуха
3. Использование холода ночного воздуха и грунта для охлаждения приточного воздуха.
4. Снижение расхода энергии системами вентиляции.
5. Регулирование подачи воздуха
6. Анализ режимов работы системы вентиляции

Практическое занятие № 11.

Тема: Энергетическое обследование (энергоаудит). Практика проведения энергетических обследований.

Контрольные вопросы к практическому занятию №11:

1. Понятие и структура энергетического аудита
2. Преимущества энергоаудита
3. Способы проведения энергоаудита
4. Цель энергоаудита
5. Основные задачи энергетического обследования
6. Результат энергоаудита
7. Длительность цикла квалифицированного энергетического обследования.
8. Суть информации о инспектированном состоянии объекта.
9. Суть разработки программы обследования.
10. Цель анализа проектно-технической, технологической и экономической документации об объекте.
11. Основные задачи детального инспектирования энергохозяйства и инструментального наблюдения.
12. Специальные процедуры тестирования с установкой измерительного оборудования и необходимыми измерениями.

Практическое занятие № 12.

Тема: Структура и содержание энергетического паспорта отраслевого потребителя энергетических ресурсов.

Контрольные вопросы к практическому занятию №12:

1. Обязательное энергетическое обследование.
2. Требований к энергетическому паспорту.
3. Энергетический паспорт, составленный по результатам обязательного энергетического обследования, включает в себя какие разделы.
4. Проведения энергетического обследования на основе каких принципов, подходов и измерений.
5. Стандарт оформления энергетического паспорта, составленного по результатам обязательного энергетического обследования.

Практическое занятие № 13.

Тема: Целевые показатели и индикаторы программ в области энергосбережения и повышения энергоэффективности предприятий

Контрольные вопросы к практическому занятию №13:

1. Для чего предназначены статические индикаторы
2. Для чего предназначены организационные показатели
3. Для чего предназначены технические показатели
4. Для чего предназначены экономические показатели
5. Технология расчета нормативов потребления энергии
6. Потенциал экономии энергоресурсов

Практическое занятие № 14.

Тема: Подготовка и оформление энергетического паспорта.

Контрольные вопросы к практическому занятию №14:

1. Энергопаспортизация объектов и энергоаудит.
2. Что такое энергетическая стратегия?
3. Структура энергетического паспорта
4. На какой основе разрабатывают энергетический паспорт?
5. Что включают типовые формы энергетического паспорта?

5.2 Типовое задание к зачету

1. ЭНЕРГОАУДИТ

Энергетическое обследование является неотъемлемой частью любой программы, направленной на экономию энергии, так как позволяет замерить существующий уровень энергетических расходов, выявить сектора с наибольшими потерями энергии, определить потенциал для энергосбережения и на основе полученных данных составить программу по внедрению энергосберегающих технологий.

В данном разделе рассматриваются следующие вопросы:

- Понятие и структура энергетического аудита;
- Преимущества энергоаудита;

- Способы проведения энергоаудита.

1.1. Понятие и структура энергоаудита

Энергоаудит – это обследование учреждения с целью сбора информации об энергопотоках в учреждении. Обследование энергообъекта с целью определения возможностей экономии потребляемых энергоресурсов, а также определение удельного расхода энергоресурсов на единицу выпускаемой продукции. Под энергопотоком понимаются потоки тепла, потоки электрической, механической и других видов энергии.

Целью энергоаудита является определение удельного расхода энергии на производство единицы продукции, технического и организационного потенциала для снижения этого расхода.

Основными задачами энергетического обследования являются:

1. Получение объективных данных об объеме используемых энергетических ресурсов.
2. Определение показателей энергетической эффективности.
3. Определение потенциала энергосбережения и повышения энергетической эффективности.
4. Разработка перечня типовых, общедоступных мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности и проведение их стоимостной оценки.

Результатом энергоаудита является отчет о проделанной работе с предложениями по энергосбережению и энергетический паспорт объекта. Все документы проходят необходимую экспертизу.

Энергетическое обследование и реализация сформированной на основе энергоаудита программы повышения энергетической эффективности объекта позволит:

- Повысить надежность энергоснабжения;
- Повысить надежность и пожаробезопасность энергоустановок;
- Повысить эффективность энергоиспользования;
- Оптимизировать организационно-экономические аспекты деятельности объекта;
- Выявить некоторые экологические моменты, связанные с энергообеспечением.

Структура энергоаудита.

1. *Этап 1 – сбор информации:*
 - *Список эксплуатационной документации;*
 - *Опросник для обслуживающего персонала;*
 - *Выборка счетов от поставщиков энергоресурсов.*
2. *Этап 2 – проведение приборного обследования здания:*
 - *Теплосъёмка, измерения электросетей, систем водоснабжения, вентиляции, отопления/охлаждения.*
3. *Этап 3 – анализ полученной информации:*
 - *Анализ потенциала сбережения энергии;*
 - *Экономическая приоритизация возможных инвестиций.*
4. *Этап 4 – разработка мероприятий и программ по энергосбережению.*
5. *Этап 5 – оформление документации.*

1.2. Преимущества энергоаудита

Основные преимущества проведения энергоаудита:

- Общая экономия потребления энергоресурсов за счет проведения краткосрочных и среднесрочных мероприятий;
- Корректировка и урегулирование отношений с поставщиками энергоресурсов и снижение суммы оплат за энергоресурсы - оплата только за реально потребляемые объёмы;
- Выполнение требований законодательства ПМР;
- Расширение деятельности предприятия без увеличения энергопотребления;
- Налаживание отношений с финансовыми институтами для проведения энергосберегающих мероприятий.

Дополнительные преимущества проведения энергоаудита

Технологии:

- Получение объективных данных об объеме используемых энергетических ресурсов, а также состоянии здания;
- Определение показателей энергетической эффективности;
- Определение потенциала энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- Разработка программы мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности и проведение их стоимостной оценки.

Социальная значимость:

- Изменение менталитета сотрудников в сторону экологического мышления и экономии энергоресурсов;
- Улучшение имиджа предприятия;
- Возможность внести свой вклад в улучшение экологической обстановки.

1.3. Способы проведения энергоаудита

Существует два основных способа проведения энергоаудиторских обследований:

- Использование собственных ресурсов;
- Привлечение услуг сторонних компаний.

К первому методу в основном прибегают предприятия, которые располагают широкими возможностями (как материальными, так и техническими) для создания собственных центров по энергоэффективности и обучению специалистов. Преимущество данного подхода заключается в способности самостоятельно проводить энергоаудиты, не привлекая внешних компаний.

Второй способ состоит в привлечении услуг по проведению энергетического обследования частных компаний. Данный метод может оказаться менее затратным, чем создание и поддержание функционирования собственного центра по энергоэффективности. Однако, при выборе этого пути стоит тщательно выбирать компании, ориентируясь исключительно качеством предоставляемых услуг. Зачастую энергоаудит становится частью более широкой практики заключения энергосервисных договоров с частными компаниями, которые могут оказывать и другие услуги в области энергоэффективности, например, внедрение энергосберегающих технологий.

2. ЭНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ

Энергоменеджмент представляет собой комплексный подход к управлению в области вопросов повышения энергетической эффективности и энергосбережения.

В данном разделе рассматриваются следующие вопросы:

- Понятие и структура энергоменеджмента;

- Назначение ответственных за энергосбережение (энергомеджеров);
- Направления энергомеджмента;
- Энергосервисные договоры.

2.1. Понятие и структура энергомеджмента

Энергомеджмент - это система управления, основанная на стандартизированных измерениях и проверках, обеспечивающая такой режим работы, при котором потребляется только энергия необходимая для производства. Энергетический менеджмент является инструментом руководства компании, обеспечивающим непрерывной информацией о распределении и потреблении энергии, а также об использовании энергии как на производственные цели и отопление, так и на другие непроизводственные нужды.

Система энергомеджмента позволяет отслеживать потребление энергии и тем самым дает возможность для сравнения энергоемкости производства с другими предприятиями и точнее оценить выгоды от возможных проектов по энергосбережению. Следует подчеркнуть, что успешное применение системы энергомеджмента во многом зависит от позиции руководства. При положительном отношении руководства могут быть получены значительные результаты.

Управленческий цикл, основанный по принципу: «Планируй – Действуй – Проверь – Совершенствуй» (Plan-Do- Check-Act), исходя из международной практики организаций, столкнувшихся с проблемами реализации энергетической политики, позволяет постоянно совершенствовать и внедрять основы энергетического менеджмента в повседневную практику организации.

Этот принцип может быть представлен в виде:

- Планируй (Plan): постановка целей, определение процессов, необходимых для распределения результатов в соответствии с возможностями по улучшению энергетических параметров и энергетической политики (выбор приоритетных мероприятий);
- Действуй (Do): внедрение процессов, реализация мероприятий;
- Проверь (Check): контроль и измерение энергетических процессов и продуктов на соответствие энергетической политике, поставленным целям, ключевым характеристикам данных процессов;
- Совершенствуй (Act): разработка мероприятий по дальнейшему повышению энергоэффективности и энергосбережению.

2.2. Назначение ответственных за энергосбережение (энергомеджеров)

Основная задача энергетического менеджера заключается в организации системы таким образом, чтобы приведенный выше циклический процесс повторялся снова и снова, то есть правильно наладить планирование, определить, какие мероприятия необходимо внедрять, в какие сроки, затем реализовать их, провести сбор данных по энергосбережению и проанализировать. Причем энергомеджер должен уметь не только проводить технические мероприятия, но и наладить мотивацию всего коллектива к энергосбережению. И только в этом случае, любые изменения производства, внедрение новых технологий, запуск нового продукта не будет влиять на энергетическую эффективность учреждения.

Основные обязанности энергомеджера:

- Составлять таблицы потребления энергии в учреждении в целом, по подразделениям и оборудованию;
- Составлять топливно-энергетический баланс учреждения;

- Проводить анализ потребления энергии с учетом оценки мероприятий по экономии энергопотребления;
- Подготовить предложения по усовершенствованию производственного процесса, оборудования, технического обслуживания и функционирования оборудования;
- Определять эффективность работы потребителей энергии;
- Осуществлять контроль за инвестированием в мероприятия по экономии энергии, сравнивая его с другими расходами;
- Предоставлять консультационные услуги по вопросам экономии энергии для всего учреждения;
- Организовывать проведение внутреннего энергетического аудита;
- Знать методику оценки энергетического менеджмента на предприятии и подготовки работников в этой области;
- Знать методику поощрения работников предприятия, экономящих энергию;
- Предоставлять консультации по использованию нового оборудования и тарифной политике;
- Проверять и оценивать счета на оплату за потребленную энергию и связанные с энергопотреблением договоры;
- Уметь руководить группой по рациональному использованию энергии, а также проектами в области энергосбережения;
- Создать систему учета энергопотребления и при необходимости автоматизировать ее;
- Уметь подробно анализировать потоки энергии;
- Определять и постоянно контролировать удельные нормы энергопотребления;
- Вносить предложения, касающиеся организации и технологии, а также новой инвестиционной политики на рассмотрение в администрацию;
- Проводить расчеты капиталовложений и эксплуатационных расходов;
- Разрабатывать предложения с целью заинтересовать персонал в экономии энергии;
- Проанализировать возможности субсидий и их практическое использование;
- Уметь руководить персоналом.

2.3. Основные направления энергоменеджмента

Энергетический менеджмент начинается с назначения руководством компании ответственного за внедрение системы энергоменеджмента лица – энергетического менеджера. Одновременно с этим, ставятся основные цели и ожидаемые результаты на ближайшие несколько лет. Для того, чтобы система энергоменеджмента была эффективной, она должна задействовать три основные области:

- Закупка,
- Управление,
- Проектирование.

Первым шагом в определении областей для потенциальной экономии энергии является установление количества и стоимости используемой на предприятии энергоресурсов. К энергоресурсам относятся не только мазут, уголь, газ и электроэнергия, но и вода, а на некоторых предприятиях, также топливо, используемое автотранспортом. После завершения такого анализа необходимо проверить, являются ли тарифы на энергоресурсы

для предприятия конкурентными и соответствующими рынку. Не имеет смысла инвестировать в инженерные проекты по энергосбережению, если энергоресурсы приобретаются по завышенным тарифам.

Важным элементом любой программы сокращения расходов является контроль руководства. Помимо необходимости контроля и учета сбережений от закупочных и инженерных проектов, часто имеется экономия за счет более эффективного управления ресурсами при применении стандартных приемов контроля и таргетинга.

После первоначальной проверки и аудита основные показатели должны быть проверены и проанализированы. Затем, на основе этого анализа, должны быть определены краткосрочные меры для улучшения эффективности использования энергии. После осуществления краткосрочных мер, ключевые показатели (достигнутых результатов) должны быть проверены и проанализированы, и на основании этого анализа должны быть запланированы среднесрочные мероприятия, и так далее.

2.4. Энергосервисные договоры

Энергосервис – это внедрение мер по достижению большей энергоэффективности, прописанных в энергопаспорте (в соответствии с 182 приказом Минэнерго РФ). Энергосервисная компания (ЭСКО), с помощью финансовых организаций или за счет предприятия инвестирует в снижение энергозатрат данного предприятия. Источником возврата инвестиций является часть средств от энергосбережения, т.е. никаких дополнительных затрат (кроме консалтингового гонорара) данное предприятие не несет.

Энергосервисный контракт подразумевает долгосрочные взаимоотношения между энергосервисной компанией и заказчиком для более эффективного использования недвижимости в смысле экономии энергоресурсов. Целью таких взаимоотношений является уменьшение операционных расходов с одновременным улучшением внутреннего климата с помощью практического использования простых решений. Работа в таком случае состоит из следующих шагов:

- Проведение энергоаудита;
- Составление плана мероприятий по энергосбережению;
- Внедрение энергосберегающих мероприятий;
- Дальнейшее техническое обслуживание.

Для того, чтобы определить эффект от внедрения энергосберегающих мероприятий, энергосервисная компания совместно с клиентом согласуют затраты на энергопотребление в Базовом Году. В дальнейшем Базовый Год используется для вычисления ежемесячного энергосбережения, принимая во внимание изменение таких факторов, как погода, тарифы и налоги, реконструкция, выпуск продукции или смену целевого использования объекта и т.д. На этом этапе работы включают в себя:

- Обследование объекта и разработка предложений по дальнейшему улучшению энергоэффективности;
- Регулярный контроль использования энергоресурсов;
- Внедрение дополнительных мероприятий по энергоэффективности;
- Особое внимание уделяется тому, как пользователи здания относятся к функционированию систем регуляции климатических параметров внутри здания.

3. МОНИТОРИНГ

Мониторинг – это анализ хронологии использования энергоресурсов за какой-то определенный период времени и обоснованное прогнозирование их потребления на будущий период.

В данном разделе рассматриваются следующие вопросы:

- Понятие мониторинга;
- Этапы мониторинга;
- Внедрение системы АСУЭ;
- Структура системы индикаторов мониторинга;
- Структура системы показателей мониторинга.

3.1. Понятие мониторинга

Мониторинг можно определить, как анализ хронологии использования энергоресурсов за какой-то определенный период времени и обоснованное прогнозирование их потребления на будущий период.

Системы энергетического мониторинга являются основой для учета потребления энергоресурсов и создания механизмов стимулирования энергосбережения на объектах бюджетной сферы. Основные принципы организации системы мониторинга - это непрерывность пообъектного контроля и учет поступающей информации для дальнейшего планирования затрат на потребляемые энергоресурсы.

При создании системы мониторинга особое внимание должно уделяться таким важным составляющим, как: организация регулярных потоков информации и документооборота о потребляемых энергоресурсах отдельных учреждений, ее анализ и оценки. Должны учитываться как натуральные показатели потребления, так и денежные. Анализ собранных данных послужит основой для проведения оценки, в результате которой формируется оценка ОУ по эффективности использования энергоресурсов и расходования средств на оплату их потребления.

Основными целями мониторинга являются:

- Качественная оценка текущего состояния процессов реализации энергосберегающих проектов,
- Количественная оценка текущего состояния процессов реализации энергосберегающих проектов;
- Прогнозирование динамики реализации проектов.

Названные оценки формируются в следующих информационных разрезах:

- Оценка соответствия запланированных мероприятий фактически осуществленным (оценка хода реализации);
- Оценка соответствия фактических результатов поставленным целям (анализ результативности);
- Оценка соотношения затрат, направленных на реализацию проектов, с полученным эффектом (анализ эффективности).

3.2. Этапы мониторинга

В процессе реализации мониторинга эффективности использования энергоресурсов выполняются следующие действия:

- Формируются индикаторы энергоэффективности: заполняются единые формы (таблицы) потребления ТЭР и воды в натуральном и стоимостном выражении по каждому зданию (сооружению, объекту), с указанием его назначения. В таблицах

представляются данные за 3 года: прошедший (отчет), текущий (ожидаемое) и прогнозируемый (заявка) на следующий год.

- Формируются показатели энергоэффективности на основе установленных индикаторов (фактических и планируемых годовых расходов энергоресурсов).
- Производится сверка потребленных и заявляемых объемов ТЭР и воды в натуральном и стоимостном выражении с установленными индикаторами и показателями.
- Формируются рекомендации по проведению энергосберегающих мероприятий.
- Осуществляется ежеквартально и ежегодно контроль достигнутых показателей согласно установленным индикаторам энергоэффективности.

3.3. Внедрение системы АСУЭ

С целью оптимизации процесса мониторинга создается и принимается Автоматизированная Система Управлением Энергосбережения (АСУЭ).

АСУЭ обеспечивает возможность мониторинга как хода выполнения мероприятий Программы энергосбережения и повышения энергетической эффективности, так и целевых показателей, и индикаторов энергоэффективности на основе фактических данных. Мониторинг осуществляется за счет организации структуры вертикального сбора данных (от объектов энергохозяйства и энергопотребления до центров сбора и консолидации информации), их визуализации и предоставления инструментов мониторинга, анализа и прогнозирования.

Основным назначением АСУЭ является:

- Осуществление контроля за ходом выполнения мероприятий Программы энергосбережения и повышения энергетической эффективности, оценка их эффективности, сигнализирование об отклонении от запланированного хода реализации Программы;
- Осуществление формирования регламентированной отчетности и контроля за предоставлением данной отчетности;
- Ведение структуры энергохозяйства и энергопотребления, ведение энергопрофилей;
- Автоматизация сбора данных о потреблении ТЭР, анализ данных и прогнозирование потребления ТЭР.

Критерием достижения целей создания АСУЭ является предоставление следующих возможностей:

- автоматизация процесса формирования и ведения энергопрофиля образовательного учреждения;
- ручной и автоматизированный вертикальный сбор данных об энергопотреблении в системе с последующим анализом и прогнозированием потребления;
- мониторинг исполнения программ энергосбережения и контроль выполнения мероприятий в области энергетической эффективности;
- визуализация показателей и индикаторов энергоэффективности образовательного учреждения;
- формирование оперативных и аналитических отчетов об энергопотреблении образовательного учреждения;
- информационное обеспечение мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности.

3.4. Структура системы индикаторов и показателей мониторинга

Мониторинг является одним из элементов системы отраслевого управления энергопотреблением и энергосбережением, и особенности (цели, задачи, объекты и т.д.) рассматриваемой системы управления обуславливают дополнительные требования к способам выполнения мониторинга, применяемой системе показателей и индикаторов.

Необходимо осуществлять мониторинг не только отдельных энергосберегающих проектов, выполняемых образовательными учреждениями, но и отраслевой программы энергосбережения в целом, и, соответственно, система показателей и индикаторов должна позволять оценить влияние результатов выполнения отдельных проектов на результаты выполнения программы в целом.

Система показателей и индикаторов должна обеспечивать возможность качественной и количественной оценки текущего состояния процессов реализации энергосберегающих и ресурсосберегающих проектов, а также прогнозирования динамики реализации проектов. Исходной информацией для решения задачи выбора показателей и индикаторов являются сформированные подходы к информационному обеспечению системы мониторинга и результаты анализа известных методов оценки эффективности энергосберегающих и ресурсосберегающих мероприятий.

В системе управления энергосбережением можно выделить следующие объекты и группы объектов, свойства (показатели) которых следует учитывать при формировании системы показателей мониторинга:

- Предприятие и его подразделения;
- Энергосберегающее мероприятие;
- Программа энергосбережения;
- Регион, в котором расположено предприятие.

3.4.1. Индикаторы мониторинга

Разработанная система индикаторов мониторинга включает две основные группы индикаторов:

- Статические;
- Динамические.

Статические индикаторы отражают состояние информационных объектов и процессов мониторинга энергосбережения.

Группа динамических показателей, как правило, отражает динамику изменения статических показателей за отчетный и предшествующий период.

«Подведомственное учреждение, организация, предприятие»

Для информационного объекта введены следующие статические индикаторы:

1. Удельное энергопотребление по отдельным видам ТЭР за отчетный период на человека (ед. измерения соответствуют видам ТЭР);
2. Удельное энергопотребление по отдельным видам ТЭР за отчетный период на единицу площади или объема (соответствует видам ТЭР);
3. Для оценки эффективности теплоснабжения (как основного вида потребляемых энергоресурсов в отрасли) вводится первичный индикатор: количество тепла, расходуемое на одни градусо-сутки (количество тепла, требуемое объекту для

отопления всех его площадей одни сутки, если разница температур внутри здания и на улице составляет один градус);

4. Для оценки эффективности теплоснабжения вводятся вторичные индикаторы: удельные значения предыдущего индикатора (приведенные к количеству людей и объему зданий).
5. Общий объем энергопотребления в тоннах условного топлива (отражает структуру баланса энергопотребления).

В качестве динамических индикаторов используются относительные изменения описанных выше статических индикаторов за отчетный и предшествующий период.

«Энергосберегающий проект»

Для информационного объекта «Энергосберегающий проект» введен статический индикатор «Долевое соотношение объема финансовых затрат на реализацию мероприятия из бюджетных и внебюджетных источников за отчетный период».

В качестве динамического индикатора используется относительное изменение описанного выше статического индикатора за отчетный и предшествующий период.

Кроме того, для указанного выше объекта используются следующие интегральные финансово-экономические показатели, характеризующие денежные потоки по проекту:

1. Чистый дисконтированный поток (NPV);
2. Индекс доходности (PI);
3. Дисконтированный период окупаемости проекта (Discounted Payback Period).

При расчетах названных индикаторов используются типовые методы, соответствующие введенным индикаторам, а также плановые данные по проекту и элементы системы показателей, участвующие в алгоритмах расчета.

3.4.2. Показатели мониторинга

На основе установленных индикаторов формируются следующие показатели.

Для информационного объекта выделяются следующие группы показателей:

- Организационные;
- Технические;
- Экономические.

Организационные показатели в свою очередь разбиты на следующие две подгруппы:

1. Показатели численности персонала
2. Общие характеристики зданий и сооружений

В подгруппу показателей численности персонала входят следующие показатели:

1. Количество чел.
 - Всего
 - В том числе:
 - 1.1.
 2. Штат сотрудников, чел.
 - Всего:
 - В том числе:
 - 2.1.
 - 2.2.
 3. Средняя продолжительность пребывания сотрудников в помещениях, час/сутки (по выделенным категориям).

В подгруппу показателей «Общие характеристики зданий и сооружений подведомственного учреждения, организации, предприятия» входят следующие показатели:

1. Общая площадь помещений, м²:
Всего:
В том числе:
 - 1.1. корпусов;
 - 1.2. корпусов;
 - 1.3. Занимаемых сторонними организациями.
2. Общий объем помещений, м³:
Всего:
В том числе:
 - 2.1. корпусов;
 - 2.2. корпусов;
 - 2.3. Занимаемых сторонними организациями.

Техническими показателями являются:

1. Наличие и объем энергоресурсов, вырабатываемых собственными источниками энергоснабжения, включая:
 - 1.1. Тепловая энергия, выработка, Гкал (за отч. период);
 - 1.2. Электроэнергия, выработка, Квт.ч. (за отч. период).
2. Объем потребления энергоресурсов за отчетный период (по видам энергоресурсов):
 - 2.1. Потребление природного газа, т у.т. (м³);
 - 2.2. Потребление котельно-печного топлива;
Всего, т у.т. (т):
В том числе:
 - 2.2.1. Уголь, т у.т. (т);
 - 2.2.2. Мазут, т у.т. (т);
 - 2.2.3. Прочие виды топлива, т у.т. (т).
 - 2.3. Потребление тепловой энергии, т у.т. (Гкал);
 - 2.4. Потребление теплоносителя (при открытом водоразборе);
 - 2.5. Потребление электроэнергии, тыс.кВт/ч;
 - 2.6. Потребление холодной воды хозяйственного назначения, м³.

Экономическими показателями являются:

1. Объем средств, затраченный на оплату энергоресурсов за отчетный период (по видам энергоресурсов)
Всего, тыс.руб.
В том числе:
 - 1.1. природного газа, тыс.руб.
 - 1.2. котельно-печного топлива, тыс.руб.
 - 1.3. тепловой энергии, тыс.руб.
 - 1.4. электрической энергии, тыс.руб.
 - 1.5. холодной воды хозяйственно-бытового назначения, тыс.руб.
2. Тарифы на энергоресурсы за отчетный период (по видам энергоресурсов).
 - 2.1. Природный газ руб./м³.

- 2.2. Котельно-печное топливо руб./т.
- 2.2.1 Уголь руб./т.
- 2.2.2 Мазут руб./т.
- 2.2.3 Прочие виды топлива руб./т.
- 2.3. Тепловая энергия руб./Гкал.
- 2.4. Электроэнергия .
- 2.4.1 для учебно-лабораторных корпусов руб./КВт*ч.
- 2.4.2 для общежитий, жилых помещений руб./КВт*ч.
- 2.5. Водопотребление руб./м3.
- 2.6. Водосброс руб./м3.

Значения указанных показателей могут поступать:

- из внешних систем при начальном формировании статистической базы системы мониторинга и при выполнении алгоритмов верификации данных мониторинга (за 3 года, предшествующих отчетному);
- как результаты выполнения энергообследований;
- в процессе текущего мониторинга проектов энергосбережения (поквартально).

«Энергосберегающее мероприятие»

Для информационного объекта «Энергосберегающее мероприятие» выделяются следующие группы показателей:

- Технические;
- Экономические.

Техническим показателем является «Планируемый объем экономии в натуральных показателях по выделенным видам ТЭР (единицы измерения соответствуют видам ТЭР)».

Экономическими показателями являются:

1. Планируемый объем экономии финансовых средств за счет сокращения потребления ТЭР (по видам ТЭР, предусмотренным в мероприятии), в тыс. руб.
2. Планируемый объем финансовых средств, затраченных на реализацию энергосберегающего мероприятия, тыс. руб.

Всего:

в том числе:

- 2.1. Планируемый объем внебюджетных финансовых средств, затраченных на реализацию энергосберегающего мероприятия, тыс. руб.
- 2.2. Планируемый объем бюджетных финансовых средств, затраченных на реализацию энергосберегающего мероприятия, тыс. руб.

«Энергосберегающий проект»

Для информационного объекта «Энергосберегающий проект» выделяются две группы показателей:

- технические
- экономические.

Техническим показателем является «Фактический объем экономии ТЭР в натуральных показателях за отчетный период (единицы измерения соответствуют видам ТЭР)». Показатель формируется по каждому из выделенных видов ТЭР и является сводными данными по всем энергосберегающим мероприятиям, предусмотренным в конкретном проекте, выполняемом предприятием.

Экономическими показателями являются:

1. Фактический объем экономии финансовых средств за счет сокращения потребления ТЭР (по видам ТЭР, предусмотренным в проекте) за отчетный период, в тыс. руб.

Указанная категория показателей является сводными данными по всем энергосберегающим мероприятиям, предусмотренным в конкретном проекте, выполняемом предприятием.

2. Фактический объем финансовых средств, затраченных на реализацию энергосберегающего мероприятия за отчетный период, тыс. руб.

Всего:

в том числе:

2.1. Фактический объем внебюджетных финансовых средств, затраченных на реализацию энергосберегающего мероприятия за отчетный период, тыс. руб.

2.2. Фактический объем бюджетных финансовых средств, затраченных на реализацию энергосберегающего мероприятия за отчетный период, тыс. руб.

«Отраслевая программа энергосбережения»

Для информационного объекта «Отраслевая программа энергосбережения» выделяются следующие группы показателей:

- технические;
- организационные;
- экономические.

К **техническим показателям** относятся:

- Объем отраслевого потребления ТЭР за отчетный период (по видам ТЭР, предусмотренным в планируемых в программе направлениях), в натуральных показателях (т.у.т. – для топлива, тыс. кВт·ч – для электроэнергии, Гкал – для тепловой энергии, тыс. м³ – для воды, и т.д.).
- Объем экономии ТЭР (по видам) за счет реализации проектов программы, в натуральных показателях (сводный показатель).

К **организационным показателям** относятся:

- Количество подведомственных подразделений, участвующих в программе в отчетный период;
- Общее количество реализуемых энергосберегающих проектов программы (действующих в отчетный период).

К **экономическим показателям** относятся:

- Объем финансовых средств, затраченных на оплату отраслевого потребления ТЭР за отчетный период (по видам ТЭР, предусмотренным в планируемых в программе направлениях), в руб.
- Объем экономии финансовых средств за счет сокращения объемов потребления ТЭР (по видам энергоресурсов) при реализации проектов программы, в руб. (сводный показатель).
- Объем финансирования программы за отчетный период из средств бюджета, руб.
- Объем финансирования программы за отчетный период из внебюджетных источников, руб.

4. ТЕХНОЛОГИЯ РАСЧЕТА НОРМАТИВОВ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Энергетические нормы должны отражать оптимальные технологические и энергетические режимы загрузки оборудования. При разработке норм расхода энергоносителей следует учитывать: производительность оборудования; технологические параметры, характеристики сырья и материалов; графики работы оборудования в течение смены, суток, недели и месяца. Это важно для учета потерь при пусках; для учета возможности использования вторичных энергоресурсов и других резервов экономии энергии.

Нормирование должно быть нацелено не только на экономию энергии, но и на совершенствование технологических процессов. С этой целью нормирование должно охватывать все элементы технологического процесса.

В данном разделе будут рассматриваться следующие вопросы:

- Технология расчета нормативов расхода электроэнергии;
- Технология расчета нормативов расхода тепловой энергии;
- Технология расчета нормативов потребности в топливе для производства тепловой энергии на планируемый период;
- Технология расчета нормативов потребности в холодной воде.

4.1. Технология расчета нормативов расхода электроэнергии

Норма расхода электроэнергии для образовательного учреждения рассчитывается для интервала времени – год (W_{Σ}).

Норма расхода электроэнергии определяется освещением, силовой нагрузкой зданий и потерями в электрической сети и рассчитывается по формуле:

$$W_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n (W_{Ci} + W_{B.Oi}) + W_{H.O} + \Delta W_{\Sigma}, \quad (1)$$

где n – количество объектов (зданий);

W_{Ci} - норма расхода электроэнергии силовой нагрузкой i -го объекта (здания);

$W_{B.Oi}$ - норма расхода электроэнергии системой внутреннего освещения i -го здания;

$W_{H.O}$ - норма расхода электроэнергии для наружного освещения;

ΔW_{Σ} – расчетные потери электроэнергии в питающей электрической сети.

Перед расчетом норм проводится инвентаризация помещений по назначению. После инвентаризации помещений проводится инвентаризация электрооборудования.

Инвентаризация электрооборудования осуществляется по каждому помещению всех структурных подразделений корпусов, а по зданию в целом.

Определяется структура инвентаризации для корпусов (зданий) по направлениям использования электроэнергии:

- 1) административные помещения;
- 2) места общего пользования;
- 3) помещения с общетехническим электрооборудованием зданий;
- 4) помещения с специализированным электрооборудованием;
- 5) помещения с техническим электрооборудованием;
- 6) буфеты, столовые (при условии, что они не являются юридическим лицом);
- 7) котельные;
- 8) другие подразделения.

Норма расхода электроэнергии силовой нагрузкой по каждому помещению рассчитывается по формуле:

$$W_C = \sum_{i=1}^n (P_{ycmi} \cdot N_i \cdot K_{ui} \cdot T_{zi}), \quad (2)$$

где n – количество типов электроприемников, шт.;

P_{ycmi} – установленная мощность электроприемника i -го типа (определяется по их паспортным данным), кВт;

N_i – число электроприемников i -го типа, шт;

K_{ui} – коэффициент использования установленной мощности электроприемников i -го типа, о.е.;

T_{zi} – число часов работы в год электроприемников i -го типа, ч.

Норма расхода электроэнергии системой внутреннего освещения методом удельных мощностей ведется по формуле:

$$W_{в.о.гi} = P_{уд} \cdot A \cdot T_z, \quad (3)$$

где $P_{уд}$ – удельная установленная мощность искусственного освещения помещения при выполнении норм освещенности, Вт/м²;

A – площадь помещения, м²;

T_z – годовое число часов работы источников света помещения, ч.

Величины удельной установленной мощности общего искусственного освещения, рассчитаны для наиболее распространенных типов помещений объектов. Для выбора $P_{уд}$ необходимо знать назначение и площадь помещения, тип ламп, высоту подвеса светильника.

Наружное (уличное) освещение

Норма годового расхода электроэнергии системой наружного освещения, кВт·ч, рассчитывается по формуле:

$$W_{н.о.гi} = P_{уст} \cdot N_c \cdot K_u \cdot T_{г}, \quad (4)$$

где $P_{уст}$ – установленная мощность ламп в одном светильнике;

N_c – суммарное количество светильников;

K_u – коэффициент использования установленной мощности осветительных установок;

$T_{г}$ – годовое число часов работы источников света.

Расчет числа часов работы в год электроприемников

Число часов работы в год силовых электроприемников зависит от их режимов работы.

Для электроприемников, используемых административно-хозяйственным персоналом при фиксированной длительности рабочей недели (например, 40 часов в неделю для административно-хозяйственного персонала, 36 часов в неделю – для других сотрудников):

$$T_z = T_n \cdot N_n, \quad (5)$$

где T_n – число часов работы в неделю;

N_n – число недель в году.

Для общетехнического электрооборудования зданий при фиксированной длительности рабочего дня (например, корпус работает с 7-00 до 21-00, то есть 14 часов в день):

$$T_z = T_{\text{дн}} \cdot N_{\text{дн}}, \quad (6)$$

где $T_{\text{дн}}$ – продолжительность рабочего дня;

$N_{\text{дн}}$ – число рабочих дней в году.

Нормативы времени использования осветительной нагрузки определяется следующим образом:

- для служб и отделов в зависимости от режима работы и наличия естественного света.
- для помещений общего пользования, лабораторий, мастерских в зависимости от времени начала и окончания работы,
- для наружного освещения в зависимости от режима работы.

Определение нормы расхода электроэнергии для силовой нагрузки.

Норма расхода электроэнергии электроприемниками, подключенными к розеткам в жилых комнатах коридорного типа, может быть рассчитана по формуле:

$$W_{\text{БН}} = P_{\text{уд}} \cdot N_{\text{Р}} \cdot K_{\text{ОР}} \cdot T_{\text{О}}, \quad (7)$$

где $P_{\text{уд}}$ – удельная мощность на одну розетку, при числе розеток до 100 принимаемая 0,1 кВт, свыше 100 – 0,06 кВт;

$N_{\text{Р}}$ – суммарное количество розеток в комнатах;

$T_{\text{О}}$ – годовое число часов использования максимума бытовой нагрузки ($T_{\text{О}} = 3000$ час);

$K_{\text{ОР}}$ – коэффициент одновременности для сети розеток, о.е., (определяется в зависимости от числа розеток).

Расчет потерь электроэнергии в электрической сети

Потери рассчитываются в случае:

- если на балансе предприятия имеется одна или несколько трансформаторных подстанций (ТП) 10(6)/0,4 кВ;
- если на балансе предприятия имеются линии электропередач (ЛЭП) 10(6) кВ от городского центрального распределительного пункта до ТП, или ЛЭП напряжением 0,4 кВ от городской ТП до ввода на территорию предприятия.

Годовые потери электроэнергии в электрической сети рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \Delta W_{\text{Тр}i} + \sum_{j=1}^m \Delta W_{\text{ЛЭП}j}, \quad (8)$$

где $\Delta W_{\text{Тр}i}$ – годовые потери электроэнергии в i-ом трансформаторе ТП, кВт·ч;

n – количество трансформаторов ТП, шт;

$\Delta W_{\text{ЛЭП}j}$ – годовые потери энергии в j-ой ЛЭП, кВт·ч;

m – число ЛЭП, шт.

Потери электроэнергии в трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{Тр}} = \Delta P_{\text{хх}} \cdot T_{\text{О}} + \Delta P_{\text{кз}} \cdot K_{\text{ЗГ}}^2 \cdot T_{\text{Р}}, \quad (9)$$

где $\Delta P_{\text{хх}}$ и $\Delta P_{\text{кз}}$ – потери холостого хода и короткого замыкания трансформатора, кВт;

$T_{\text{О}}$ – годовое время включения трансформатора, ч, ($T_{\text{О}} = 8760$ ч);

$T_{\text{Р}}$ – годовое время работы трансформаторов с нагрузкой, ч (принимается равным 4100 час при односменной работе или 4200 час при двухсменной работе);

$K_{зТ}$ – коэффициент загрузки трансформатора по мощности.

Годовые потери (кВт·ч) активной энергии в ЛЭП (воздушных и кабельных линиях напряжением 6 – 10 кВ и 0,4 кВ) определяются по формуле:

$$\Delta W_{ЛЭП} = 1.63 \cdot \frac{W_{\Sigma}^2}{U_H^2 \cdot T_{ол} \cdot 1000} \cdot R_{ЛЭП}, \quad (10)$$

где W_{Σ} – норма годового расхода электроэнергии объектами, получающими питание по данной ЛЭП, кВт·ч;

1,63 – коэффициент, учитывающий отсутствие точных данных о коэффициенте формы графика нагрузки K_f и потреблении реактивной энергии;

U_H – номинальное напряжение питания ЛЭП, кВ;

$T_{ол}$ – годовое время включения линии, ч, ($T_{ол} = 8760$ ч);

$R_{ЛЭП}$ – активное сопротивление ЛЭП, Ом.

4.2. Технология расчета нормативов расхода тепловой энергии

Количество тепловой энергии необходимое ОУ на расчётный период (месяц, год), Гкал, определяется по выражению:

$$Q_{тэ} = Q_o + Q_v + Q_{гв}; \quad (11.)$$

где Q_o – количество тепловой энергии на отопление;

$Q_{гв}$ – количество тепловой энергии на горячее водоснабжение;

Q_v – количество тепловой энергии на приточную вентиляцию.

Расчёт нормативов на отопление

Расчёт нормативов на отопление проводится по удельным отопительным характеристикам на 1 м² площади пола. Нормативное годовое потребление тепловой энергии на отопление определяется по выражению, кВт:

$$Q_{ог}^н = \frac{ГСОП}{5000} \cdot q_{hy}^{чec} \cdot A_h, \quad (12)$$

где $q_{hy}^{чec}$ – удельный расход тепловой энергии на отопление в течении отопительного периода, кВт·ч/м²·год;

A_h – полезная площадь здания, м²,

ГСОП – градусо-сутки отопительного периода.

Градусо-сутки отопительного периода определяются по выражению:

$$ГСОП = (t_{вн} - t_{но}^{cp}) \cdot n_o, \quad (13)$$

где n_o – продолжительность отопительного периода в месте расположения в часах.

Расчёт тепловой энергии на приточную вентиляцию и воздушно-тепловые завесы

Количество тепловой энергии, Гкал, необходимое для приточной вентиляции на планируемый период, определяется формулой:

$$Q_v = \frac{Q_{vmax} \cdot (t_{вн} - t_{но}^{cp}) \cdot n_v}{(t_{вн} - t_{но})}, \quad (14)$$

где $Q_{\text{вmax}}$ – расчетное значение часовой тепловой нагрузки приточной вентиляции, Гкал/ч, принимается по проекту зданий; при отсутствии проектных данных – по укрупненным показателям с учетом удельной вентиляционной характеристики;
 $n_{\text{в}}$ – продолжительность функционирования систем приточной вентиляции в планируемый период, ч.

Расчёт тепловой энергии на горячее водоснабжение

Необходимое количество тепловой энергии на горячее водоснабжение на планируемый период, Гкал, определяется по формуле:

$$Q_{\text{ГВ}} = Q_{\text{ГВм}} \cdot n_{\text{но}} + Q_{\text{ГВмс}} \cdot n_{\text{с}}, \quad (15)$$

где $Q_{\text{ГВм}}$ – среднее значение часовой тепловой нагрузки горячего водоснабжения в отопительный период, Гкал/ч;

$Q_{\text{ГВмс}}$ – среднее значение часовой тепловой нагрузки горячего водоснабжения в неотопительный период, Гкал/ч;

$n_{\text{но}}$ – продолжительность функционирования систем горячего водоснабжения в отопительном периоде, ч;

$n_{\text{с}}$ – продолжительность функционирования систем горячего водоснабжения в неотопительном периоде, ч.

Общая продолжительность функционирования систем горячего водоснабжения, сут., определяется органом местного самоуправления в установленном порядке.

Средняя часовая тепловая нагрузка горячего водоснабжения потребителя тепловой энергии $Q_{\text{ГВм}}$, Гкал/ч, в отопительный период определяется по формуле:

$$Q_{\text{ГВм}} = \frac{a \cdot N \cdot (55 - t_{\text{хвз}}) \cdot 10^{-6}}{T} + Q_{\text{т.п}}, \quad (16)$$

где a – норма затрат воды на горячее водоснабжение 1 человека, л/ед. измерения в сутки;
 N – количество единиц измерения, отнесенное к суткам, - (учащихся в учебных заведениях и т.д.);

$t_{\text{хвз}}$ – температура водопроводной воды в отопительный период, °С; при отсутствии достоверной информации принимается $t = 5$ °С;

T – продолжительность функционирования системы горячего водоснабжения абонента в сутки, ч;

$Q_{\text{т.п}}$ – тепловые потери в местной системе горячего водоснабжения, в подающем и циркуляционном трубопроводах наружной сети горячего водоснабжения, Гкал/ч.

Среднюю часовую тепловую нагрузку горячего водоснабжения в неотопительный период, Гкал, можно определить из выражения:

$$Q_{\text{ГВмс}} = Q_{\text{ГВм}} \cdot \beta \cdot \frac{t_{\text{hs}} - t_{\text{cs}}}{t_{\text{h}} - t_{\text{c}}}, \quad (17)$$

где $Q_{\text{ГВм}}$ – средняя часовая тепловая нагрузка горячего водоснабжения в отопительный период, Гкал/ч;

β – коэффициент, учитывающий снижение средней часовой нагрузки горячего водоснабжения в неотопительный период по сравнению с нагрузкой в отопительный период; если значение бета не утверждено органом местного самоуправления, бета принимается равным 0,8 для жилищно-коммунального сектора городов средней полосы России, 1,2 - 1,5 - для курортных, южных городов и населенных пунктов, для предприятий -1,0;

t_{hs} , t_h – температура горячей воды в неотапительный и отопительный период, $^{\circ}\text{C}$;
 t_{cs} , t_c – температура водопроводной воды в неотапительный и отопительный период, $^{\circ}\text{C}$;
 при отсутствии достоверных сведений принимается $t_{cs} = 15^{\circ}\text{C}$, $t_c = 5^{\circ}\text{C}$.

Тепловые потери трубопроводами системы горячего водоснабжения могут быть определены по формуле:

$$Q_{\text{тп}} = \left(\frac{\sum k_i \cdot d_i \cdot l_i \cdot (t_n + t_k)}{2} - t_{\text{окр}} \right) \cdot (1 - \eta), \quad (18)$$

где k_i – коэффициент теплопередачи участка неизолированного трубопровода, $\text{ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^{\circ}\text{C})$; можно принимать $k_i = 10 \text{ ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^{\circ}\text{C})$;

d_i и l_i – диаметр трубопровода на участке и его длина, м;

t_n и t_k – температура горячей воды в начале и конце расчетного участка трубопровода, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{окр}}$ – температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$; зависит от вида прокладки трубопроводов.

4.3. Технология расчета нормативов потребности в топливе для производства тепловой энергии на планируемый период

Потребность в топливе на выработку тепловой энергии определяется по нормам удельного расхода топлива, k_y у.т./Гкал, на весь объем тепловой энергии, необходимой для теплоснабжения потребителей в планируемом периоде:

$$B_{\text{тг}} = v_{\text{уд}}^{\text{н}} \cdot Q_{\text{Г}} \cdot 10^{-3}, \quad (19)$$

где $B_{\text{тг}}$ – расход условного топлива в год, т у.т.;

$v_{\text{уд}}^{\text{н}}$ – норма удельного расхода топлива, кг у.т./Гкал, (определяется по режимным картам котлов);

$Q_{\text{Г}}$ – годовая выработка тепловой энергии котельной, Гкал.

Перерасчет количества условного топлива $B_{\text{усл}}$ в количество натурального топлива производится по выражению:

$$B_{\text{нат}} = B_{\text{усл}} \cdot \frac{Q_{\text{н.у}}^{\text{р}}}{Q_{\text{н.н}}^{\text{р}}}, \quad (20)$$

где $Q_{\text{н.у}}^{\text{р}}$ – низшая теплота сгорания условного топлива, $\text{ккал}/\text{кг}$ (или $\text{ккал}/\text{м}^3$, для газа);

$Q_{\text{н.н}}^{\text{р}}$ – низшая теплота сгорания натурального топлива, $\text{ккал}/\text{кг}$ ($\text{ккал}/\text{м}^3$).

Для определения потребности в топливе на производство тепловой энергии используются групповые нормы удельного расхода топлива, основанные на индивидуальных нормах. Индивидуальная норма – норма расхода данного расчетного вида топлива в условном исчислении на производство 1 Гкал тепловой энергии котлоагрегатом с котлом данного типа при определенных, заранее выбранных оптимальных эксплуатационных условиях. При определении индивидуальной нормы в качестве расчетной топлива принимается вид топлива, указанный в технологическом паспорте котла. Отклонение условий эксплуатации от расчетных, принятых при определении индивидуальных норм, учитываются при расчете групповых норм нормативными коэффициентами. Групповая норма расхода топлива на выработку тепловой энергии – плановое значение расхода топлива на выработку 1 Гкал тепловой энергии при планируемых условиях производства.

В основу разработок индивидуальных норм v_{ij} – должны быть положены нормативные характеристики котлоагрегатов. Нормативная характеристика представляет собой зависимость расхода условного топлива на 1 Гкал произведенной тепловой энергии $v_{к.а}^{бр}$ от нагрузки (производительности) котлоагрегата при нормальных условиях его работы на данном виде топлива. Построение нормативной характеристики предусматривает определение значений удельного расхода топлива брутто, кг у.т/Гкал, во всем диапазоне нагрузки котлоагрегата $Q_{к.а}$ – от минимальной до максимальной:

$$v_{к.а}^{бр} = \varphi(Q_{к.а}) = \frac{142,86}{\eta_{к.а}^{бр}}, \quad (21)$$

где $\eta_{к.а}^{бр}$ - измерение КПД котлоагрегата брутто во всем диапазоне его нагрузки.

КПД брутто определяется по результатам режимно-наладочных испытаний котлоагрегата при сжигании топлива одного вида одинаковым способом.

В случае невозможности проведения режимно-наладочных испытаний расчет производится по индивидуальным нормам расхода топлива таблица 1.

Таблица 1. Индивидуальные нормы расхода топлива для котлоагрегатов на номинальной нагрузке, кг у.т/Гкал

Тип котлоагрегата	Вид топлива		
	Газ	Мазут	Каменный уголь
1	2	3	4
Водогрейные котлоагрегаты			
ПТВМ-100, КВГМ-100	157,6	159,1	-
ПТВМ-50, КВГМ-50	160,5	163,9	-
ПТВМ-30М, КВГМ-30, КВТС -30, КВТСВ-30	156,8	162,7	177,3
КВГМ-20, КВТС-20, КВТСВ-20	158,4	164,9	177
КВГМ-10, КВТС-10, КВТСВ-10	158,4	164,9	177
КВГМ-6,5, КВТС-6,5, КВТС-4, КВГМ-4	157,3	164,8	174,2
ТВГ	168	174,2	-
Секционные чугунные и стальные (НР-18, НИИСТУ-5 и др.)	173,1	178,5	213,2

Примечание. В скобках приведены значения индивидуальных норм для котлов без хвостовых поверхностей теплообмена.

В связи с широким диапазоном типов (марок) котлоагрегатов, выпускаемых отечественными и зарубежными производителями, приведены показатели для наиболее распространенных, включая снятые с производства.

4.4. Технология расчета нормативов потребности в холодной воде

Нормативно-расчетный расход ведется по количеству человек в здании.

Расчетно-нормативное потребление холодной воды за сутки можно определить по формуле, л/сут :

$$Q_{су1} = q_{су1}^H \cdot m_1, \quad (22)$$

где $q_{су1}^H$ удельная норма расхода воды (л/чел- сут), определяется в зависимости от предприятия;

m_1 - количество человек.

Расчетно-нормативное годовое потребление воды за год определяется по формуле, л:

$$Q_{\text{вг}}^{\text{н}} = Q_{\text{сут1}} \cdot n_1, \quad (23)$$

где $Q_{\text{сут1}}$ - потребление воды за сутки людьми в учреждение, л/сут;

n_1 - количество рабочих дней в году учреждения.

4.5. Оценка потенциала экономии энергоресурсов

Основной исходной информацией для определения потенциала экономии являются балансы расхода электрической энергии. Они могут строиться по результатам энергетического обследования или по аналитическим выражениям.

Потенциал экономии энергоресурсов оценивается по результатам энергоаудита следующим образом:

а) строится баланс потребления:

- по видам энергоносителей (электроэнергия, тепловая энергия, вода);
- по объектам (например, административные здания, корпуса, общежития);
- по стоимости энергоносителей;

б) определяются энергоносители, наиболее существенно влияющие на бюджет учреждения, организации предприятия;

в) разрабатываются мероприятия по экономии энергоносителей;

г) производится оценка экономической эффективности внедрения разработанных мероприятий по экономии энергоносителей;

д) составляется программа энергосбережения.

Как правило, наибольшую экономию электроэнергии можно получить в системах освещения. Годовую экономию электроэнергии в системах освещения можно определить по выражению:

$$W_{\text{Г.Э.О}} = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^f W_{\text{Г.Э.О}i}, \quad (24)$$

где $W_{\text{Г.Э.О}i}$ - годовая экономия электрической энергии в i -ом помещении, от внедрения k -го мероприятия; n – число помещений; f – число предлагаемых мероприятий по экономии электроэнергии для i -го помещения.