

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФЭМИТ

С. А. Баркалов

2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ**

«Энергетическое обследование объектов строительного комплекса»

Направление подготовки (специальность) 27.04.04 - Управление в
технических системах

Профиль (Специализация) Системы и средства автоматизации
технологических процессов в строительстве

Квалификация (степень) выпускника магистр

Нормативный срок обучения 2 года

Форма обучения очная

Автор программы: д.т.н., проф. Висаев Коптиков В. П.

Программа обсуждена на заседании кафедры автоматизации технологических процессов и
производств

« 30 » 08 20 18 года Протокол № 1

Зав. кафедрой Белоусов к.т.н., доц. Белоусов В. Е.

Воронеж 2018

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Целью дисциплины «Энергетическое обследование объектов строительного комплекса» является изучение стратегии и методик проведения энергоаудита предприятий строительного комплекса (СК), что позволяет получать качественные и количественные оценки состояния их энергетических систем, выявлять причины и уровни необоснованных энергетических потерь и разрабатывать энергосберегающие мероприятия.

1.2. Задачи освоения дисциплины

При преподавании учебной дисциплины «Энергетическое обследование объектов строительного комплекса» ставятся следующие задачи:

- познакомить обучающихся со схемой проведения энергоаудита и его этапами;
- дать информацию о способах и видах сбора необходимой информации для ее обработки и анализа;
- дать информацию об основных местах потери энергии при работе различных систем энергоснабжения, в том числе теплоснабжения, воздухообеспечения, хладоснабжения, водоснабжения и др.;
- дать информацию о типичных возможностях экономии энергии при работе различных систем;
- познакомить обучающихся с особенностями аудита объектов жилищно-коммунального хозяйства;
- научить анализировать полученные результаты составления энергобалансов для оценки фактического состояния энергоиспользования на предприятии, выявления причин возникновения и определения значений потерь топливно-энергетических ресурсов и выявления резервов экономии топлива и энергии.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Энергетическое обследование объектов строительного комплекса» относится к дисциплинам по выбору учебного плана.

Изучение дисциплины «Энергетическое обследование объектов строительного комплекса» проводится в 3 семестре и требует сформированных ранее в курсе обучения по дисциплине «Метрологическое обеспечение автоматических и автоматизированных систем управления» знаний.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Энергетическое обследование объектов строительного комплекса» направлен на формирование следующих компетенций:

- способность адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности (ОК-4),
- способность ставить задачи проектирования программно-аппаратных средств автоматизации и управления, готовить технические задания на выполнение проектных работ (ПК-9),
- способность использовать современные технологии обработки информации, современные технические средства управления, вычислительную технику, технологии компьютерных сетей и телекоммуникаций при проектировании систем автоматизации и управления (ПК-10),
- способность организовывать работу коллективов исполнителей (ПК-17),
- готовность участвовать в проведении технико-экономического и функционально-стоимостного анализа рыночной эффективности создаваемого продукта (ПК-19).

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: основные этапы проведения энергетического обследования предприятия; типовые методики проведения энергоаудита отдельных систем энергетического хозяйства предприятия с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации; типовые возможности энергосбережения в различных системах промышленного предприятия; методики проведения технико-экономических расчетов при определении эффективности предлагаемых энергосберегающих мероприятий.

Уметь: организовывать сбор необходимой информации по материальным и энергетическим потокам как отдельных энергетических и технологических установок, так и основным производствам и предприятия в целом; анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике деятельности; проводить опытно-промышленный эксперимент по заданным методикам и анализировать результаты с привлечением соответствующего математического аппарата.

Владеть: навыками дискуссии по профессиональной тематике; современными средствами вычислительной техники для обработки данных и анализа полученных результатов построения энергетических балансов; информацией о достижениях в области энергоснабжения и энергосбережения предприятий с целью совершенствования технологических процессов для снижения энергетических затрат в различных системах энергообеспечения предприятий.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Энергетическое обследование объектов строительного комплекса» составляет 5 зачетных единицы, 180 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		3
Аудиторные занятия (всего)	52	52
В том числе:		
Лекции	26	26
Практические занятия (ПЗ)	26	26
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа (всего)	128	128
В том числе:		
Курсовая работа	20	20
Вид промежуточной аттестации	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой
Общая трудоемкость час	180	180

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Схема проведения энергетического аудита	Генеральная стратегия энергетического аудита, цели и методика его проведения. Опыт применения консалтинговых схем стран ЕС в области рационального использования энергии. Требования, предъявляемые к аудиторам. Этапы проведения энергоаудита. Структура заключительного отчета по энергоаудиту. Энергетический менеджмент, как основной инструмент сокращения потребления энергии на предприятии, его непрерывность и цикличность.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
2	Рациональное использование газа в системах теплоснабжения и технологических установках	Системы сжигания топлива. Горелки и управляющее оборудование. Рекуперация тепла. Возможности экономии энергии и повышения эффективности ее использования в печах. Энергоаудит источников тепла. Характеристика и анализ схем паровых и водогрейных котельных, особенности проведения их энергоаудита. Приходная и расходная части баланса котельной. Упрощенная методика теплотехнического расчета котельных агрегатов. Удельный расход теплоты и электроэнергии на собственные нужды котельной. Оценочные показатели и обобщающие критерии. Примеры энергосберегающих мероприятий в котельной и ориентировочная их оценка
3	Энергоаудит систем хладо-снабжения	Холодильное оборудование. Схема простой одноступенчатой холодильной системы. Основные источники потерь энергии при работе холодильного оборудования. Типичные возможности экономии энергии.
4	Энергоаудит вентиляционных и насосных систем	Вентиляционные и насосные системы. Снятие карты потребления энергии при работе вентиляционных и насосных систем. Основные источники потерь энергии и рекомендуемые энергосберегающие мероприятия.
5	Энергоаудит электропотребляющего оборудования	Электропривод. Эффективность применения электроприводов с частотными регуляторами. Энергетически эффективные двигатели. Мероприятия по экономии электрической энергии в осветительных установках и их потенциал. Электротермические установки, основные источники потерь электроэнергии. Мероприятия и рекомендации по экономии электроэнергии при работе электротермических установок. Основные потребители реактивной мощности на промышленных предприятиях. Мероприятия по снижению потребляемой реактивной мощности.
6	Целевой мониторинг	Методология целевого мониторинга (ЦМ). Роль целевого мониторинга в решении задач энергосбережения на промышленных предприятиях. Основные задачи и стадии ЦМ. Организация сбора необходимых данных, их обработка и анализ. Выбор целевого уравнения. Реализация мероприятий для достижения цели.
7	Энергоаудит объектов жилищно-коммунального хозяйства	Основные потери тепловой энергии в зданиях. Энергосберегающие мероприятия, связанные с утеплением ограждающих конструкций здания. Модернизация систем теплоснабжения зданий. Индивидуальные автоматизированные тепловые пункты. Резервы энергосбережения

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Дисциплина преподается в 3 семестре и обеспечиваемых дисциплин не имеет

5.3. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. Зан.	СРС	Всего час
1	Схема проведения энергетического аудита	2	-	15	17
2	Рациональное использование газа в системах теплоснабжения и технологических установках	4	-	15	19
3	Энергоаудит систем хладоснабжения	4	-	18	22
4	Энергоаудит вентиляционных и насосных систем	4	-	20	24
5	Энергоаудит электропотребляющего оборудования	4	8	20	32
6	Целевой мониторинг	4	10	20	34
7	Энергоаудит объектов жилищно-коммунального хозяйства	4	18	20	42
	всего	26	26	128	180

5.4. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Не предусмотрен

5.5. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

№ п/п.	№ раздела дисциплины	Наименование практической работы	Трудоемкость (час)
1.	5	Оценка потенциала энергосбережения и эффективности энергопользования	4
2.	5	Определение нормативного электропотребления	4
3.	6	Определение расхода водопроводной воды. Баланс водопотребления	6
4.	6	Оценка энергоэффективности системы отопления и вентиляции	4
5.	7	Определение расхода тепла на горячее водоснабжение	4
6.	7	Определение фактического потребления электрической энергии	4
ИТОГО			26

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ РАБОТ

6.1. Примерные задания на курсовую работу:

Провести энергоаудит объекта (по вариантам) предприятия строительного комплекса и выдать энергосберегающие рекомендации

Объекты энергоаудита:

1. Электроснабжение предприятия. Распределительные пункты и трансформаторы
2. Электропривод
3. Котлы
4. Печи
5. Бойлеры, теплообменники
6. Паровые системы

7. Системы воздухообеспечения
8. Вентиляция, кондиционирование
9. Освещение
10. Водоснабжение. Насосные установки
11. Холодильные установки
12. Здания

Методические указания по выполнению курсовой работы:

1. Электроснабжение предприятия. Распределительные пункты и трансформаторы

В системы электроснабжения входят понижающие трансформаторы и электрические сети напряжением 0,4 кВ или 10 кВ.

Задача энергоаудитора:

составить баланс электропотребления как по всем подразделениям, так и по видам нагрузки; провести анализ электропотребления и предложить энергосберегающие мероприятия.

Действия энергоаудитора: составить схему электроснабжения предприятия (если на предприятии такой нет). Схема составляется от точки раздела с энергосистемой до энергоприемников. На схеме электроснабжения намечаются точки, в которых нужно проводить инструментальное исследование. Для составления баланса электроэнергии и получения общей картины энергопотребления проводятся обследования каждой из подстанций и наиболее крупных потребителей с использованием анализатора электропотребления и измерительных микропроцессорных клещей.

Необходимо помнить, что при составлении баланса всегда нужно сопоставлять величины, полученные суммированием по отдельным подстанциям и потребителям с общим электропотреблением, снятым со счетчиков на вводах (как правило, коммерческих). Это подтвердит корректность полученных данных и позволит убедиться, что вся основная нагрузка была учтена.

Измеряемые параметры

Для понижающих трансформаторов записываются показания счетчиков активной и реактивной энергии через каждый час в течение суток и показатели качества напряжения (отклонения, колебания, несимметрию и несинусоидальность) в течение суток.

Для сетей до и выше 1000 В определяются их параметры (тип, сечение, длина, способ прокладки) и записываются графики тока в период максимума нагрузки в течение часа.

Измеряются суточные и недельные графики напряжений, токов, активной и реактивной мощности по отдельным трансформаторам и фидерам, температуры контактов и проводников.

Анализируется пиковая мощность, коэффициент загрузки трансформаторов и кабелей, несимметрия фаз, $\cos\phi$, нестабильность напряжения, гармонические искажения.

Возможные рекомендации по энергосбережению

Выравнивание графика нагрузки, более полная загрузка трансформаторов, установка фильтров, стабилизаторов и компенсаторов реактивной мощности, установка диспетчерских систем, симметрирование фаз.

Перевод внешних и внутренних сетей на повышенное напряжение и реконструкция сетей.

Включение под нагрузку резервных линий электропередачи.

2. Электропривод

Силовые процессы на предприятиях в основном осуществляются электроприводами. Для данных электроприемников необходимо определить их паспортные данные (тип, номинальное напряжение и номинальную мощность, КПД, коэффициент мощности, режим работы).

Измеряемые параметры

Измерения проводятся для определения фактических показателей режимов работы (коэффициентов загрузки, коэффициента включения и коэффициента мощности).

Измеряются суточные и недельные графики напряжений, токов, активной и реактивной мощности, коэффициенты скорости вращения, крутящий момент. Измерения можно проводить путем записи графиков тока или показаний счетчиков активной и реактивной энергии в режиме максимальной нагрузки. Интервал записи 1 час. Необходимо также определить время холостого хода в течение суток.

Анализируется пиковая мощность, $\cos\varphi$, соответствие нагрузки и мощности двигателя, время холостого хода.

Возможные рекомендации по энергосбережению

Увеличение нагрузки рабочих машин.

Установка двигателей соответствующей мощности, двигателей повышенной экономичности. Применение контроллеров мягкого пуска, частотно регулируемого привода, таймеров холостого хода, статических компенсаторов реактивной мощности и фильтров.

3. Котлы

Определить потери тепла в котельной.

Уточнить значение вырабатываемого количества тепла.

Определить потери тепла в сетях распределения.

Определить количество тепла на технологию.

Определить количество тепла на отопление.

Определить количество тепла на ГВС.

Действия энергоаудитора

Составить технологическую схему котельной и наметить точки проведения замеров.

Провести анализ составляющих потерь тепла:

потери с дымовыми газами,

потери через стенки котлов,

потери с продувкой,

тепло на водоподготовку,

потери в распределительных сетях.

Потери с дымовыми газами определяются с помощью переносного анализатора дымовых газов, который определит потери в процентах к количеству сжигаемого топлива.

Потери через стенки рассчитываются как сумма конвективных и излучательных потерь. Температура стенок и сводов измеряется цифровым электронным термометром.

Потери с продувкой определяются измерением количества воды, выбрасываемой при продувке, с учетом тепла в паре вторичного вскипания и периодичности продувки.

Расход тепла на водоподготовку определяется по потоку питательной воды (при помощи счетчика), температуре с учетом потерь тепла в деаэраторе.

Потери тепла в распределительной сети внутри котельной определяются по длине и диаметрам паропроводов с учетом состояния теплоизоляции.

Уточненное количество пара, вырабатываемого в котельной, определяется как разность между количеством сжигаемого газа и суммой всех потерь котельной.

Потери тепла в распределительных сетях определяются расчетным путем по длине, диаметру трубопровода, температуре теплоносителя, теплопроводности и толщине используемого теплоизоляционного материала. Физически параметры трубопроводов определяются по чертежам, если они имеются, или измерениями. Визуальным осмотром определяется состояние теплоизоляции (разрушение, проникновение влаги) и вводятся поправочные коэффициенты при расчете тепловых потерь.

Потребление тепла в системе ГВС определяется с помощью двух ультразвуковых расходомеров жидкости, устанавливаемых на прямой и обратной линии системы непосредственно у бойлеров подогрева и трех датчиков температуры для измерения температуры подаваемой холодной

воды, прямой и обратной воды в системе ГВС. Датчики температуры и расходомеры подсоединяются к многоканальному накопителю данных, и показания регистрируются в течение установленного срока. По этим данным определяется количество потребляемого тепла в системе ГВС.

Разность количества тепла, вырабатываемого котельной, и количества тепла, идущего на продажу, теряемого в сетях и потребляемого в системе ГВС, есть количество тепла, потребляемое в технологии и в системе отопления. Чтобы разделить эти две величины, можно воспользоваться сезонным изменением в энергопотреблении.

Исследовать системы автоматического управления горением и режимами работы котельной.
Составить общий тепловой баланс.

Измеряемые параметры, ответственные места

Измеряются режимные параметры, состав дымовых газов в различных точках, давление в топке и тракте котла, температура воды в различных точках, температура воздуха, параметры пара, качество питательной и продувочной воды, температура наружных поверхностей по всему тракту, характеристика электропривода насосов, вентиляторов и дымососов.

Анализируются избыток воздуха в топке; фактический КПД; состояние изоляции котлов и теплопроводов; потери тепла излучением; потери с дымовыми газами и продувочной водой; общий тепловой баланс; присосы по тракту; уровень атмосферных выбросов.

Возможные рекомендации по энергосбережению

Настройка режимов котла, применение автоматических регуляторов, теплоизоляция наружных поверхностей, уплотнение клапанов и тракта, забор воздуха из помещений котельной, внедрение непрерывной автоматической продувки, утилизация тепла дымовых газов и продувочной воды, модернизация электропривода насосов, вентиляторов и дымососов.

Для котельной – оптимизация графика работы котлов.

4. Печи

Измеряемые параметры, ответственные места

Для газовых печей измеряются режимные параметры, состав дымовых газов в различных точках, давление в топке и тракте печи.

Для электрических (резистивных) печей измеряется график активной нагрузки, для индуктивных и дуговых печей – дополнительно реактивная нагрузка и параметры качества электроэнергии.

Измеряется масса, теплоемкость, скорость или частота загрузки, температуры наружных поверхностей по всему тракту, расход и температуры охлаждающей воды на входе и выходе, характеристики электропривода вытяжных вентиляторов и дымососов.

Анализируется избыток воздуха, КПД, состояние изоляции и потери излучением, потери с дымовыми газами, общий тепловой баланс, присосы по тракту, уровень атмосферных выбросов.

Возможные рекомендации по энергосбережению

Настройка топочных режимов, применение автоматических регуляторов, теплоизоляция наружных поверхностей, уплотнение заслонок и тракта, забор воздуха из помещений цеха, утилизация тепла дымовых газов, установка регенераторов и регенеративных горелок.

Дуговые сталеплавильные печи

Предварительный подогрев шихты за счет утилизируемого тепла. Для электропечей – установка фильтров и компенсаторов реактивной мощности.

Повышение массы садки и совершенствование подготовки шихты.

Удельные расходы электроэнергии зависят от массы садки, поэтому целесообразно перегружать печи по емкости, увеличивая массу завалки против номинальной. Возможная перегрузка печи по емкости зависит от мощности печного трансформатора, размеров ванны печи, стойкости футеровки. В зависимости от этих факторов для каждой печи должно быть выбрано оптимальное значение нагрузки.

Шихта до ее загрузки в печь должна быть подготовлена таким образом, чтобы в процессе

плавки исключалась необходимость дополнительных “подвалок”.

Предварительный подогрев шихты значительно снижает удельные расходы электроэнергии, улучшает условия работы печного трансформатора за счет значительного уменьшения бросков тока.

Целесообразно предварительный нагрев шихты осуществлять за счет тепла отходящих газов от различных термических установок в случае наличия их в цехе. Снижение электрических потерь за счет:

- обеспечения оптимальных плотностей тока в элементах вторичного токопровода;
- уменьшения сопротивления электрических контактов;
- уменьшения сопротивления электродной свечи;
- изменения схемы короткой сети.

Снижение тепловых потерь за счет

- увеличения стойкости футеровки;
- улучшения качества футеровки печи;
- окраски наружных поверхностей кожуха печи алюминиевой краской;
- изготовления конической футеровки с соответствующим изменением формы кожуха печи;
- снижения потерь тепла с охлаждающей водой;
- уменьшения потерь тепла с отходящими газами;
- уменьшения потерь тепла на излучение через окна и отверстия печи;
- оптимизации графика работы, сокращения времени и нагрузки при простое;
- оптимизации электрических и технологических режимов работы печи.

Электropечи сопротивления

Пути снижения удельных расходов электроэнергии на термообработку в печах сопротивления могут служить:

- снижение тепловых потерь и улучшение теплоизоляции печей (улучшение герметичности печей);
- повышение производительности печей (увеличение мощности печи; рациональная загрузка печи);
- уменьшение потерь на аккумуляцию тепла и применение предварительного нагрева изделий (применение легких и эффективных огнеупорных и теплоизоляционных материалов для печей периодического действия; организация непрерывного режима работы печей; сокращение массы тары; применение предварительного нагрева изделий);
- рационализация электрических и технологических режимов работы печей (автоматизация управления режимом печей; сокращение длительности технологического процесса; применение индукционного нагрева);
- сокращение расхода охлаждающей воды;
- установки регулятора;
- модернизация электропривода вытяжных вентиляторов и дымососов.

5. Бойлеры, теплообменники

Измеряемые параметры, ответственные места

Входная и выходная температуры, теплоносителей, расходы и перепады давления, наружная температура поверхности, состояние изоляции, КПД, потери тепла.

Возможные рекомендации по энергосбережению

Промывка теплообменника, изоляция трубопроводов и наружных поверхностей. Установка пластинчатых теплообменников.

6. Паровые системы

Измеряемые параметры, ответственные места

Температура и давление пара, наличие и состояние конденсатоотводчиков, состояние изоляции, утечки, наличие воздуха и неконденсируемых газов, пролетный пар, возврат конденсата.

Возможные рекомендации по энергосбережению

Теплоизоляция и устранение утечек.

Установка конденсатоотводчиков, исключение острого пара, сбор и возврат конденсата, утилизация тепла конденсата, замена пара на воду.

Возможные проекты по рационализации системы распределения пара:

- децентрализовать тепловые завесы;
- децентрализовать горячее водоснабжение;
- изолировать трубопровод;
- перекрыть подачу пара на отопление в летнее время;
- устранить утечки;
- снизить давление пара;
- обеспечить возврат конденсата под давлением.

7. Системы воздухообеспечения

Действия энергоаудитора

Составить схему распределения сжатого воздуха с указанием размеров линий и давления, список потребителей сжатого воздуха, временные графики работы и определить объемы потребления, места утечек сжатого воздуха и их объем.

В процентах объем утечки равен отношению мощности компрессора, необходимой для поддержания давления в системе при неработающем предприятии, к средней мощности компрессора в период обычной работы.

Провести исследование режимов работы компрессоров, при этом следует помнить, что потребляемая ими мощность зависит от начального давления во всасывающей линии, конечного выпускного давления и числа ступеней сжатия.

Измеряемые параметры, ответственные места

Характеристики электропривода, загрузка компрессоров, системы регулирования давления, соответствие диаметров воздухопроводов расходу воздуха, наличие конденсата, утечки, давления у потребителя.

Система охлаждения: расход и температура охлаждающей воды на входе и выходе, состояние градирен, объем подпитки, утечки.

Возможные рекомендации по энергосбережению

Сокращение расхода электроэнергии, требуемой для обеспечения предприятий сжатым воздухом, возможно по следующим направлениям:

улучшение работы компрессоров в результате регулирования производительности при колебаниях расхода сжатого воздуха;

автоматизация открытия всасывающих клапанов;

отключение лишних компрессоров при снижении расходов сжатого воздуха;

снижение номинального рабочего давления компрессорной установки;

внедрение в поршневых компрессорах прямооточных клапанов;

осуществление резонансного наддува поршневых воздушных компрессоров;

подогрев сжатого воздуха перед пневмоприемниками;

замена компрессоров старых конструкций на новые с более высоким КПД;

систематический контроль за утечками сжатого воздуха на отдельных участках, систематическое устранение неплотностей в сальниках, трубопроводах, соединительной и запорной арматуре;

отключение отдельных участков или всей сети сжатого воздуха в нерабочее время;

замена там, где это целесообразно, сжатого воздуха другими энергоносителями;

замена пневмоинструмента на электроинструмент;

устранение утечек, осушение воздуха, оптимизация системы распределения воздуха;

установка системы регулирования давления, секционирование компрессоров, межступенчатое охлаждение, ограничение расхода охлаждающей воды;

применение тепловых насосов;

модернизация электропривода;
применение экономичных компрессоров.

8. Вентиляция, кондиционирование

Действия энергоаудиторов

Определить из проекта здания параметры всех элементов систем вентиляции и кондиционирования и их расчетные характеристики.

Основными характеристиками, которые должны определяться при обследовании систем вентиляции, являются: фактические коэффициенты загрузки и включения, время работы установок в течение суток, температура воздуха внутри помещения, средняя температура наружного воздуха, кратность воздухообмена.

Расчетную нагрузку вентустановок определяют из проекта предприятия или организации. При отсутствии таких данных ее можно определить аналитическими методами, с учетом требований СНиП, наружного и внутреннего объема здания, удельной вентиляционной характеристики и температуры воздуха внутри и вне здания.

Определить фактические режимы работы и соответствие выбранной системы кондиционирования характеристикам помещения.

Измеряемые параметры, ответственные места

Для определения фактических режимов работы производятся замеры: размеров помещений, температуры, относительной влажности, скорости воздуха, температуры подаваемого летом и зимой воздуха, температуры наружного воздуха, воздухообмена и фильтрации воздуха.

Возможные рекомендации по энергосбережению

Теплоизоляция трубопроводов, теплообменников и арматуры, устранение утечек.

Внедрение центральных и индивидуальных регуляторов, рекуперация вентиляционного тепла.

Исключение перегрева и переохлаждения. Включение только тогда, когда в помещении находятся люди или когда идут технологические процессы. Минимизация объемов приточного и отработанного воздуха.

Сокращение расхода электроэнергии на вентиляционные установки обеспечивают следующие мероприятия:

- замена старых вентиляторов новыми, более экономичными;
- внедрение экономичных способов регулирования производительности вентиляторов;
- блокировка вентиляторов тепловых завес с устройствами открывания и закрывания ворот;
- отключение вентиляционных установок во время обеденных перерывов, пересмен и т. п.;
- устранение эксплуатационных дефектов и отклонений от проекта;
- внедрение автоматического управления вентиляционными установками.

9. Освещение

Измеряемые параметры, ответственные места

Соответствие уровня освещенности категории помещения и рабочему месту; состояние окон и осветительных приборов.

Возможные рекомендации по энергосбережению

Максимальное использование естественного и местного освещения в сочетании с автоматическим управлением, искусственным освещением; замена ламп накаливания на экономичные типы ламп; системы регулирования; детекторы присутствия; таймеры; секционирование осветительных сетей.

Окраска помещений в светлые тона, регулярная чистка светильников и окон.

10. Водоснабжение. Насосные установки

Измеряемые параметры, ответственные места

Утечки и непроизводительные потери, соответствие качества воды технологическим требо-

ваниям.

Характеристики электропривода насоса.

Возможные рекомендации по энергосбережению

Устранение утечек, применение экономичной арматуры.

Замена на более дешевую воду (техническую, артезианскую, оборотную).

Применение сухих градирен.

Снижение расхода электроэнергии на насосных установках достигается за счет следующих мероприятий:

повышение КПД насосов (замена устаревших малопроизводительных насосов насосами с высоким КПД; повышение КПД насосов до паспортных значений);

улучшение загрузки насосов и совершенствование регулирования их работы (обеспечение максимальной подачи насоса; регулирование работы насоса напорной или приемной задвижкой; изменение числа работающих насосов; изменение частоты вращения электродвигателя);

уменьшение сопротивления трубопроводов (ликвидация резких поворотов, неисправностей задвижек, засоренностей всасывающих устройств);

сокращение расхода и потерь воды (ликвидация утечек и бесцельного расхода воды; внедрение оборотного водоснабжения; сокращение расхода воды за счет совершенствования систем охлаждения; соблюдение установленного графиком перепада температур между прямой и обратной сетевой водой).

Модернизация электропривода насосов.

11. Холодильные установки

Действия аудитора

Изучить параметры холодильных установок, их режимы работы и загрузку. При этом следует иметь в виду, что все холодильные установки должны работать только тогда, когда они загружены.

Измеряемые параметры, ответственные места

Характеристики электроприводов компрессоров, вентиляторов и насосов, системы регулирования температуры у потребителя, соблюдение параметров холодильного цикла (настройка дросселей), уровень жидкости в конденсаторе и испарителе. Наличие воздуха в холодильном контуре, обмерзание холодных поверхностей, состояние теплоизоляции трубопроводов и камер, расход охлаждающей воды и температуры на входе и выходе, состояние градирен и трубопроводов обратного цикла, величина подпитки.

Возможные рекомендации по энергосбережению

Устранение воздуха из хладагента и заполнение системы до нужного уровня, очистка холодных поверхностей.

Установка систем регулирования температуры. Теплоизоляция трубопроводов и камер, установка пластиковых штор.

Снижение расхода охлаждающей воды и величины подпитки.

Модернизация электропривода компрессоров.

Отключение установок, если охлаждение не нужно. Использование выделяющегося тепла. Правильный выбор числа одновременно работающих компрессоров.

12. Здания

Действия энергоаудитора

Составить энергетический паспорт здания. Типовой энергетический паспорт здания должен включать:

данные о геометрии и ориентации здания, его этажности и объеме, площади наружных ограждающих конструкций и пола отапливаемых помещений;

климатические характеристики района, а также длительность отопительного периода и расчетную

температуру внутреннего и наружного воздуха;
 данные о системах обеспечения микроклимата помещений и способах их регулирования;
 сведения о теплозащите здания и его энергетических характеристиках, включая приведенные сопротивления теплопередачи отдельных ограждений и здания в целом, максимальный и удельный расходы энергии на отопление здания за отопительный период и приходящийся на одни градусо-сутки;
 соответствие теплозащиты и энергетических параметров здания нормативным требованиям; данные о системе освещения здания;
 данные о системе водоснабжения здания.

Измеряемые параметры, ответственные места

В процессе энергоаудита измеряются коэффициенты теплопередачи стен, перекрытий, оконных проемов. Замеряется площадь окон, средняя кратность воздухообмена за отопительный период, фактическая температура наружного воздуха и помещений, расходы электроэнергии, тепловой энергии, газа, горячей и холодной воды за сутки.

Проверяется качество изоляции ограждающих конструкций, остекление, уплотнение дверных и оконных проемов.

Комплексно исследуются системы отопления, вентиляции и кондиционирования, освещения и водоснабжения.

Возможные рекомендации по энергосбережению

Дополнительная изоляция стен и перекрытий, тройное и вакуумное остекление.

Модернизация систем отопления, вентиляции и кондиционирования, освещения и водоснабжения.

Установка интегрированных систем управления оборудованием зданий.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО И ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

№ п/п	Компетенция (общекультурная – ОК; профессиональная - ПК)	Форма контроля	семестр
1	ОК-4: способность адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности	Курсовая работа (К) Зачет	3
2	ПК-9: способность ставить задачи проектирования программно-аппаратных средств автоматизации и управления, готовить технические задания на выполнение проектных работ	Курсовая работа (К) Зачет	3
3	ПК-6: способность применять современный инструментарий проектирования программно-аппаратных средств для решения задач автоматизации и управления	Курсовая работа (К) Зачет	3
4	ПК-10: способность использовать современные технологии обработки информации, современные технические средства управления, вычислительную	Курсовая работа (К) Зачет	3

	технику, технологии компьютерных сетей и телекоммуникаций при проектировании систем автоматизации и управления		
5	ПК-17: способность организовывать работу коллективов исполнителей	Курсовая работа (К) Зачет	3
6	ПК-19: готовность участвовать в проведении технико-экономического и функционально-стоимостного анализа рыночной эффективности создаваемого продукта	Курсовая работа (К) Зачет	3

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Форма контроля	
		К	Зачет
Знает	основные этапы проведения энергетического обследования предприятия; типовые методики проведения энергоаудита отдельных систем энергетического хозяйства предприятия с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации; типовые возможности энергосбережения в различных системах промышленного предприятия; методики проведения технико-экономических расчетов при определении эффективности предлагаемых энергосберегающих мероприятий (, 4; ПК-9, 10, 17, 19)	+	+
Умеет	организовывать сбор необходимой информации по материальным и энергетическим потокам как отдельных энергетических и технологических установок, так и основным производствам и предприятию в целом; анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике деятельности; проводить опытно-промышленный эксперимент по заданным методикам и анализировать результаты с привлечением соответствующего математического аппарата. (, 4; ПК-9, 10, 17, 19)	+	+
Владеет	навыками дискуссии по профессиональной тематике; современными средствами вычислительной техники для обработки данных и анализа полученных результатов построения энергетических балансов; информацией о достижениях в области энергоснабжения и энергосбережения предприятий с целью совершенствования технологических процессов для снижения энергетических затрат в различных системах энергообеспечения предприятий (, 4; ПК-9, 10, 17, 19).	+	+

7.2.1. Этап текущего контроля знаний

В третьем семестре результаты текущего контроля знаний оцениваются по четырехбальной шкале с оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «не удовлетворительно».

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	основные этапы проведения энергетического обследования предприятия; типовые методики проведения энергоаудита отдельных систем энергетического хозяйства предприятия с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации; типовые возможности энергосбережения в различных системах промышленного предприятия; методики проведения технико-экономических расчетов при определении эффективности предлагаемых энергосберегающих мероприятий (, 4; ПК-9, 10, 17, 19)	отлично	Полное или частичное посещение лекционных, практических занятий.
Умеет	организовывать сбор необходимой информации по материальным и энергетическим потокам как отдельных энергетических и технологических установок, так и основным производством и предприятия в целом; анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике деятельности; проводить опытно-промышленный эксперимент по заданным методикам и анализировать результаты с привлечением соответствующего математического аппарата. (, 4; ПК-9, 10, 17, 19)		
Владеет	навыками дискуссии по профессиональной тематике; современными средствами вычислительной техники для обработки данных и анализа полученных результатов построения энергетических балансов; информацией о достижениях в области энергоснабжения и энергосбережения предприятий с целью совершенствования технологических процессов для снижения энергетических затрат в различных системах энергообеспечения предприятий (, 4; ПК-9, 10, 17, 19).		
Знает	основные этапы проведения энергетического обследования предприятия; типовые методики проведения энергоаудита отдельных систем энергетического хозяйства предприятия с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации; типовые возможности энергосбережения в различных системах промышленного предприятия; методики проведения технико-экономических расчетов при определении эффективности предлагаемых энергосберегающих мероприятий (, 4; ПК-9, 10, 17, 19)	хорошо	Полное или частичное посещение лекционных, практических занятий.

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Умеет	организовывать сбор необходимой информации по материальным и энергетическим потокам как отдельных энергетических и технологических установок, так и основным производствам и предприятия в целом; анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике деятельности; проводить опытно-промышленный эксперимент по заданным методикам и анализировать результаты с привлечением соответствующего математического аппарата. (, 4; ПК-9, 10, 17, 19)		
Владеет	навыками дискуссии по профессиональной тематике; современными средствами вычислительной техники для обработки данных и анализа полученных результатов построения энергетических балансов; информацией о достижениях в области энергоснабжения и энергосбережения предприятий с целью совершенствования технологических процессов для снижения энергетических затрат в различных системах энергообеспечения предприятий (, 4; ПК-9, 10, 17, 19).		
Знает	основные этапы проведения энергетического обследования предприятия; типовые методики проведения энергоаудита отдельных систем энергетического хозяйства предприятия с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации; типовые возможности энергосбережения в различных системах промышленного предприятия; методики проведения технико-экономических расчетов при определении эффективности предлагаемых энергосберегающих мероприятий (, 4; ПК-9, 10, 17, 19)	удовлетворительно	Полное или частичное посещение лекционных, практических занятий.
Умеет	организовывать сбор необходимой информации по материальным и энергетическим потокам как отдельных энергетических и технологических установок, так и основным производствам и предприятия в целом; анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике деятельности; проводить опытно-промышленный эксперимент по заданным методикам и анализировать результаты с привлечением соответствующего математического аппарата. (, 4; ПК-9, 10, 17, 19)		
Владеет	навыками дискуссии по профессиональной		

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	тематике; современными средствами вычислительной техники для обработки данных и анализа полученных результатов построения энергетических балансов; информацией о достижениях в области энергоснабжения и энергосбережения предприятий с целью совершенствования технологических процессов для снижения энергетических затрат в различных системах энергообеспечения предприятий (, 4; ПК-9, 10, 17, 19).		
Знает	основные этапы проведения энергетического обследования предприятия; типовые методики проведения энергоаудита отдельных систем энергетического хозяйства предприятия с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации; типовые возможности энергосбережения в различных системах промышленного предприятия; методики проведения технико-экономических расчетов при определении эффективности предлагаемых энергосберегающих мероприятий (, 4; ПК-9, 10, 17, 19)	неудовлетворительно	Частичное посещение лекционных, практических занятий.
Умеет	организовывать сбор необходимой информации по материальным и энергетическим потокам как отдельных энергетических и технологических установок, так и основным производствам и предприятия в целом; анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике деятельности; проводить опытно-промышленный эксперимент по заданным методикам и анализировать результаты с привлечением соответствующего математического аппарата. (, 4; ПК-9, 10, 17, 19)		
Владеет	навыками дискуссии по профессиональной тематике; современными средствами вычислительной техники для обработки данных и анализа полученных результатов построения энергетических балансов; информацией о достижениях в области энергоснабжения и энергосбережения предприятий с целью совершенствования технологических процессов для снижения энергетических затрат в различных системах энергообеспечения предприятий (, 4; ПК-9, 10, 17, 19).		
Знает	основные этапы проведения энергетического обследования предприятия; типовые методики проведения энергоаудита отдельных	не аттестовано	Непосещение лекционных, практических

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	систем энергетического хозяйства предприятия с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации; типовые возможности энергосбережения в различных системах промышленного предприятия; методики проведения технико-экономических расчетов при определении эффективности предлагаемых энергосберегающих мероприятий (, 4; ПК-9, 10, 17, 19)	ван	занятий.
Умеет	организовывать сбор необходимой информации по материальным и энергетическим потокам как отдельных энергетических и технологических установок, так и основным производствам и предприятия в целом; анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике деятельности; проводить опытно-промышленный эксперимент по заданным методикам и анализировать результаты с привлечением соответствующего математического аппарата. (, 4; ПК-9, 10, 17, 19)		
Владеет	навыками дискуссии по профессиональной тематике; современными средствами вычислительной техники для обработки данных и анализа полученных результатов построения энергетических балансов; информацией о достижениях в области энергоснабжения и энергосбережения предприятий с целью совершенствования технологических процессов для снижения энергетических затрат в различных системах энергообеспечения предприятий (, 4; ПК-9, 10, 17, 19).		

7.2.2. Этап промежуточного контроля знаний

В третьем семестре результаты промежуточного контроля знаний (зачет с оценкой) оцениваются по четырехбальной шкале с оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «не удовлетворительно».

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	основные этапы проведения энергетическо-	отлич-	Студент демонстри-

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	го обследования предприятия; типовые методики проведения энергоаудита отдельных систем энергетического хозяйства предприятия с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации; типовые возможности энергосбережения в различных системах промышленного предприятия; методики проведения технико-экономических расчетов при определении эффективности предлагаемых энергосберегающих мероприятий (, 4; ПК-9, 10, 17, 19)	но	рует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.
Умеет	организовывать сбор необходимой информации по материальным и энергетическим потокам как отдельных энергетических и технологических установок, так и основным производствам и предприятия в целом; анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике деятельности; проводить опытно-промышленный эксперимент по заданным методикам и анализировать результаты с привлечением соответствующего математического аппарата. (, 4; ПК-9, 10, 17, 19)		
Владеет	навыками дискуссии по профессиональной тематике; современными средствами вычислительной техники для обработки данных и анализа полученных результатов построения энергетических балансов; информацией о достижениях в области энергоснабжения и энергосбережения предприятий с целью совершенствования технологических процессов для снижения энергетических затрат в различных системах энергообеспечения предприятий (, 4; ПК-9, 10, 17, 19).		
Знает	основные этапы проведения энергетического обследования предприятия; типовые методики проведения энергоаудита отдельных систем энергетического хозяйства предприятия с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации; типовые возможности энергосбережения в различных системах промышленного предприятия; методики проведения технико-экономических расчетов при определении эффективности предлагаемых энергосберегающих мероприятий (, 4; ПК-9, 10, 17, 19)	хорошо	Студент демонстрирует значительное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.
Умеет	организовывать сбор необходимой информа-		

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	ции по материальным и энергетическим потокам как отдельных энергетических и технологических установок, так и основным производствам и предприятия в целом; анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике деятельности; проводить опытно-промышленный эксперимент по заданным методикам и анализировать результаты с привлечением соответствующего математического аппарата. (, 4; ПК-9, 10, 17, 19)		
Владеет	навыками дискуссии по профессиональной тематике; современными средствами вычислительной техники для обработки данных и анализа полученных результатов построения энергетических балансов; информацией о достижениях в области энергоснабжения и энергосбережения предприятий с целью совершенствования технологических процессов для снижения энергетических затрат в различных системах энергообеспечения предприятий (, 4; ПК-9, 10, 17, 19).		
Знает	основные этапы проведения энергетического обследования предприятия; типовые методики проведения энергоаудита отдельных систем энергетического хозяйства предприятия с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации; типовые возможности энергосбережения в различных системах промышленного предприятия; методики проведения технико-экономических расчетов при определении эффективности предлагаемых энергосберегающих мероприятий (, 4; ПК-9, 10, 17, 19)	удовлетворительно	Студент демонстрирует частичное понимание заданий. Большинство требований, предъявляемых к заданию выполнены.
Умеет	организовывать сбор необходимой информации по материальным и энергетическим потокам как отдельных энергетических и технологических установок, так и основным производствам и предприятия в целом; анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике деятельности; проводить опытно-промышленный эксперимент по заданным методикам и анализировать результаты с привлечением соответствующего математического аппарата. (, 4; ПК-9, 10, 17, 19)		
Владеет	навыками дискуссии по профессиональной тематике; современными средствами вычис-		

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	лительной техники для обработки данных и анализа полученных результатов построения энергетических балансов; информацией о достижениях в области энергоснабжения и энергосбережения предприятий с целью совершенствования технологических процессов для снижения энергетических затрат в различных системах энергообеспечения предприятий (, 4; ПК-9, 10, 17, 19).		
Знает	основные этапы проведения энергетического обследования предприятия; типовые методики проведения энергоаудита отдельных систем энергетического хозяйства предприятия с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации; типовые возможности энергосбережения в различных системах промышленного предприятия; методики проведения технико-экономических расчетов при определении эффективности предлагаемых энергосберегающих мероприятий (, 4; ПК-9, 10, 17, 19)	неудовлетворительно	1. Студент демонстрирует небольшое понимание заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены. 2. Студент демонстрирует непонимание заданий.
Умеет	организовывать сбор необходимой информации по материальным и энергетическим потокам как отдельных энергетических и технологических установок, так и основным производством и предприятия в целом; анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике деятельности; проводить опытно-промышленный эксперимент по заданным методикам и анализировать результаты с привлечением соответствующего математического аппарата. (, 4; ПК-9, 10, 17, 19)		
Владеет	навыками дискуссии по профессиональной тематике; современными средствами вычислительной техники для обработки данных и анализа полученных результатов построения энергетических балансов; информацией о достижениях в области энергоснабжения и энергосбережения предприятий с целью совершенствования технологических процессов для снижения энергетических затрат в различных системах энергообеспечения предприятий (, 4; ПК-9, 10, 17, 19).		

7.2.3. Этап промежуточного контроля знаний

В третьем семестре результаты промежуточного контроля знаний (курсовая работа) оцениваются по четырехбальной шкале с оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «не удовлетворительно».

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	основные этапы проведения энергетического обследования предприятия; типовые методики проведения энергоаудита отдельных систем энергетического хозяйства предприятия с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации; типовые возможности энергосбережения в различных системах промышленного предприятия; методики проведения технико-экономических расчетов при определении эффективности предлагаемых энергосберегающих мероприятий (, 4; ПК-9, 10, 17, 19)	отлично	Студент демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.
Умеет	организовывать сбор необходимой информации по материальным и энергетическим потокам как отдельных энергетических и технологических установок, так и основным производствам и предприятия в целом; анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике деятельности; проводить опытно-промышленный эксперимент по заданным методикам и анализировать результаты с привлечением соответствующего математического аппарата. (, 4; ПК-9, 10, 17, 19)		
Владеет	навыками дискуссии по профессиональной тематике; современными средствами вычислительной техники для обработки данных и анализа полученных результатов построения энергетических балансов; информацией о достижениях в области энергоснабжения и энергосбережения предприятий с целью совершенствования технологических процессов для снижения энергетических затрат в различных системах энергообеспечения предприятий (, 4; ПК-9, 10, 17, 19).		
Знает	основные этапы проведения энергетического обследования предприятия; типовые методики проведения энергоаудита отдельных систем энергетического хозяйства предприятия с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации; типовые возможности энергосбережения в различных системах	хорошо	Студент демонстрирует значительное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	промышленного предприятия; методики проведения технико-экономических расчетов при определении эффективности предлагаемых энергосберегающих мероприятий (, 4; ПК-9, 10, 17, 19)		
Умеет	организовывать сбор необходимой информации по материальным и энергетическим потокам как отдельных энергетических и технологических установок, так и основным производствам и предприятия в целом; анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике деятельности; проводить опытно-промышленный эксперимент по заданным методикам и анализировать результаты с привлечением соответствующего математического аппарата. (, 4; ПК-9, 10, 17, 19)		
Владеет	навыками дискуссии по профессиональной тематике; современными средствами вычислительной техники для обработки данных и анализа полученных результатов построения энергетических балансов; информацией о достижениях в области энергоснабжения и энергосбережения предприятий с целью совершенствования технологических процессов для снижения энергетических затрат в различных системах энергообеспечения предприятий (, 4; ПК-9, 10, 17, 19).		
Знает	основные этапы проведения энергетического обследования предприятия; типовые методики проведения энергоаудита отдельных систем энергетического хозяйства предприятия с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации; типовые возможности энергосбережения в различных системах промышленного предприятия; методики проведения технико-экономических расчетов при определении эффективности предлагаемых энергосберегающих мероприятий (, 4; ПК-9, 10, 17, 19)	удовлетворительно	Студент демонстрирует частичное понимание заданий. Большинство требований, предъявляемых к заданию выполнены.
Умеет	организовывать сбор необходимой информации по материальным и энергетическим потокам как отдельных энергетических и технологических установок, так и основным производствам и предприятия в целом; анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике деятельности; проводить опытно-		

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	промышленный эксперимент по заданным методикам и анализировать результаты с привлечением соответствующего математического аппарата. (, 4; ПК-9, 10, 17, 19)		
Владеет	навыками дискуссии по профессиональной тематике; современными средствами вычислительной техники для обработки данных и анализа полученных результатов построения энергетических балансов; информацией о достижениях в области энергоснабжения и энергосбережения предприятий с целью совершенствования технологических процессов для снижения энергетических затрат в различных системах энергообеспечения предприятий (, 4; ПК-9, 10, 17, 19).		
Знает	основные этапы проведения энергетического обследования предприятия; типовые методики проведения энергоаудита отдельных систем энергетического хозяйства предприятия с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации; типовые возможности энергосбережения в различных системах промышленного предприятия; методики проведения технико-экономических расчетов при определении эффективности предлагаемых энергосберегающих мероприятий (, 4; ПК-9, 10, 17, 19)		
Умеет	организовывать сбор необходимой информации по материальным и энергетическим потокам как отдельных энергетических и технологических установок, так и основным производством и предприятия в целом; анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике деятельности; проводить опытно-промышленный эксперимент по заданным методикам и анализировать результаты с привлечением соответствующего математического аппарата. (, 4; ПК-9, 10, 17, 19)	неудовлетворительно	1. Студент демонстрирует небольшое понимание заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены. 2. Студент демонстрирует непонимание заданий. 3. Студент не выполнил курсовую работу.
Владеет	навыками дискуссии по профессиональной тематике; современными средствами вычислительной техники для обработки данных и анализа полученных результатов построения энергетических балансов; информацией о достижениях в области энергоснабжения и энергосбережения предприятий с целью совершенствования технологических процессов для снижения энергетических затрат в		

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	различных системах энергообеспечения предприятий (, 4; ПК-9, 10, 17, 19).		

7.3. Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

Текущий контроль успеваемости осуществляется на практических занятиях: в виде опроса теоретического материала и умения применять его при выполнении практического задания и контрольной работы, в виде тестирования по отдельным темам.

7.3.1. Примерный перечень вопросов для зачета

1. Рациональное использование газа в системах теплоснабжения и технологических установках: Системы сжигания топлива.
2. Горелки и управляющее оборудование. Рекуперация тепла.
3. Возможности экономии энергии и повышения эффективности ее использования в печах. Энергоаудит источников тепла.
4. Характеристика и анализ схем паровых и водогрейных котельных, особенности проведения их энергоаудита.
5. Приходная и расходная части баланса котельной.
6. Упрощенная методика теплотехнического расчета котельных агрегатов.
7. Оценочные показатели и обобщающие критерии.
8. Энергоаудит систем хладоснабжения: Холодильное оборудование.
9. Схема простой одноступенчатой холодильной системы.
10. Основные источники потерь энергии при работе холодильного оборудования. Типичные возможности экономии энергии.
11. Энергоаудит вентиляционных и насосных систем: Вентиляционные и насосные системы.
12. Снятие карты потребления энергии при работе вентиляционных и насосных систем.
13. Основные источники потерь энергии и рекомендуемые энергосберегающие мероприятия.
14. Энергоаудит электропотребляющего оборудования: Электропривод.
15. Эффективность применения электроприводов с частотными регуляторами. Энергетически эффективные двигатели.
16. Мероприятия по экономии электрической энергии в осветительных установках и их потенциал.
17. Электротермические установки, основные источники потерь электроэнергии.
18. Мероприятия и рекомендации по экономии электроэнергии при работе электротермических установок.
19. Основные потребители реактивной мощности на промышленных предприятиях.
20. Мероприятия по снижению потребляемой реактивной мощности.
21. Целевой мониторинг: Методология целевого мониторинга (ЦМ).
22. Роль целевого мониторинга в решении задач энергосбережения на промышленных предприятиях. Основные задачи и стадии ЦМ.
23. Организация сбора необходимых данных, их обработка и анализ. Выбор целевого уравнения. Реализация мероприятий для достижения цели.
24. Энергоаудит объектов жилищно-коммунального хозяйства: Основные потери тепловой энергии в зданиях.
25. Энергосберегающие мероприятия, связанные с утеплением ограждающих конструкций здания.
26. Модернизация систем теплоснабжения зданий. Индивидуальные автоматизированные тепло-

вые пункты. Резервы энергосбережения.

7.3.4. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Схема проведения энергетического аудита	, 4; ПК-9, 10, 17, 19	курсовая работа(К), зачет
2	Рациональное использование газа в системах теплоснабжения и технологических установках	, 4; ПК-9, 10, 17, 19	курсовая работа(К), зачет
3	Энергоаудит систем хладоснабжения	, 4; ПК-9, 10, 17, 19	курсовая работа(К), зачет
4	Энергоаудит вентиляционных и насосных систем	, 4; ПК-9, 10, 17, 19	курсовая работа(К), зачет
5	Энергоаудит электропотребляющего оборудования	, 4; ПК-9, 10, 17, 19	курсовая работа(К), зачет
6	Целевой мониторинг	, 4; ПК-9, 10, 17, 19	курсовая работа(К), зачет
7	Энергоаудит объектов жилищно-коммунального хозяйства	, 4; ПК-9, 10, 17, 19	курсовая работа(К), зачет

7.4. Порядок процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности на этапе промежуточного контроля знаний

Зачет может проводиться по итогам текущей успеваемости и (или) путем организации специального опроса, проводимого в устной и (или) письменной форме. Во время проведения зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также вычислительной техникой.

8. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), РАЗРАБОТАННОГО НА КАФЕДРЕ

№ п/п	Наименование издания	Вид издания (учебник, учебное пособие, методические указания, компьютерная программа)	Автор (авторы)	Год издания	Место хранения и количество
1					
3					

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск от-

	ветов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Курсовая работа	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и материал выполненных лабораторных и практических работ.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля):

10.1.1 Основная литература:

1. Кудинов А. А., Зиганшина С. К. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях. М.: Машиностроение, 2011. - 376 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/book/72807/>.
2. Родионов В. Г. Энергетика: проблемы настоящего и возможности будущего. М.: ЭНАС, 2010. - 344 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/book/58071/>

10.1.2 Дополнительная литература:

1. Данилов, Николай Игоревич. Энциклопедия энергосбережения/ Н. И. Данилов, Я. М. Щелоков. - Екатеринбург: Сократ, 2004. - 368 с.
2. Автоматизация технологических процессов [Электронный ресурс на сайте кафедры АТПиП]: метод. указ. по самостоятельной работе/ Смольянинов А.В. / — Электрон. текстовые данные.— Воронеж: ВГАСУ. — 2015
3. Автоматизация технологических процессов и инженерных систем [Электронный ресурс]: сборник научных трудов, посвященный 50-летию кафедры "Автоматизация инженерно-строительных технологий"/ В.А. Завьялов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2010.— 96 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16402>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
4. Автоматизация типовых технологических процессов и установок [Электронный ресурс]: методические указания к курсовому проекту для студентов по направлению подготовки 140400 «Электроэнергетика и электротехника» профиля подготовки «Электропривод и автоматика» очной и очно-заочной форм обучения/ — Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013.— 59 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22854>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

10.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем:

1. Консультирование посредством электронный почты.
2. Использование презентаций при проведении лекционных занятий.

10.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля):

1. Исследования и разработки Сибирского отделения Российской академии наук в области энергоэффективных технологий. Под редакцией: Алексеев С. В. - Новосибирск: Сибирское отделение Российской академии наук, 2009. - 399 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/book/97882/>.
2. Кузьменко Н.В. Автоматизация технологических процессов и производств. Часть первая. Конспект лекций: Учебное пособие для студентов заочного отделения специальности 220301 "Автоматизация технологических процессов и производств". - Ангарск: АГТА, 2005. - 77 с. Режим доступа: http://window.edu.ru/window/library?p_rid=62090&p_rubr=2.2.75.2 Дата обращения 07.04.2014.
3. Пьявченко Т.А. Проектирование АСУТП в SCADA-системе: Учебное пособие. - Таганрог: Изд-во Технологического института ЮФУ, 2007. - 84 с. Режим доступа: http://window.edu.ru/window/library?p_rid=61205&p_rubr=2.2.75.2 . Дата обращения 07.04.2014

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА:

Для проведения ряда лекционных занятий по дисциплине необходимы аудитории, оснащенные презентационным оборудованием (компьютер с ОС Windows и программой PowerPoint или Adobe Reader, мультимедийный проектор и экран).

12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (образовательные технологии)

В соответствии с требованиями стандарта ВПО для формирования компетенций при изучении дисциплины предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий: информационные технологии, исследовательский метод обучения, метод проблемного изложения материала и проблемно-поисковая деятельность.

Лекция – традиционная форма организации учебной работы, несущая большую содержательную, информационную нагрузку. На лекционном занятии преподаватель обозначает основные вопросы темы и далее подробно их излагает, давая теоретическое обоснование определенных положений, а также используя иллюстративный материал. Преподаватель может дать иллюстративный материал (схемы, графики, рисунки и др.) на доске, предложив слушателям занести все это в конспект. Преподаватель должен использовать мультимедийную технику для демонстрации основных определений, понятий, схем. Преподаватель должен общаться с аудиторией вовлекая слушателей в диалог.

Практические занятия имеют целью сформировать у студентов навыки проведения инженерных расчетов в области обеспечения работы с информационной средой функционирования технических систем управления в строительстве и промышленности.

Необходимо, чтобы студенты самостоятельно проводили расчеты и анализ полученных результатов, а отчет по каждой лабораторной работе оформлялся грамотно и аккуратно.

Самостоятельная работа студентов. Все разделы дисциплины с разной степенью углубленности изучения должны рассматриваться на лекционных и практических занятиях. Но для формирования соответствующих компетенций, необходима систематическая самостоятельная работа студента. Самостоятельная работа нужна как для проработки лекционного (теоретического) материала, так и для подготовки к практическим занятиям, а также и при подготовке к контрольным мероприятиям.

На лекциях особое внимание следует уделять основным понятиям и принципам энергоаудита. Дополнить материал лекций студент должен самостоятельно, пользуясь приведенными выше материалами учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости осуществляется на лекциях и практических занятиях: в виде опроса теоретического материала и умения применять его к выполнению практических заданий.

Промежуточный контроль включает зачет и курсовую работу. Зачет проводится по итогам текущей успеваемости и/или в устной форме, включая подготовку ответа студента на вопросы.

Перечень рекомендуемых оценочных средств для текущего и промежуточного контроля приведен выше в п. 7.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 27.04.04 Управление в технических системах, программа «Системы и средства автоматизации технологических процессов в строительстве».

Руководитель основной образовательной программы

д.э.н., проф. кафедры

автоматизации технологических

процессов и производств



/ Е.Н. Десятикова /

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией факультета экономики менеджмента и информационных технологий

« 3 » 05 20 18 г., протокол № 1.

Председатель

д. т. н., профессор



/ П.Н. Курочка /

Эксперт

д.т.н., проф. каф.

информатики и графики ВГТУ



/ А.А. Кононов /

