

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Зам. директора  
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»  
в г. Смоленске  
по учебно-методической работе  
**В.В. Рожков**  
«     / «    » 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ И ТЕПЛОТЕХНОЛОГИИ**

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

**Направление бакалавриата: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

**Профиль подготовки: Энергообеспечение предприятий.**

**Уровень высшего образования: бакалавриат**

**Нормативный срок обучения: 5 лет**

**Форма обучения: заочная**

**Смоленск – 2016 г.**

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

**Целью освоения дисциплины** «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии» являются приобретение теоретических знаний и практических навыков для расчета и проектирования объектов, определяемых областью профессиональной деятельности бакалавров, которая включает изучение типовых энергосберегающих мероприятий и методов оценки экономии энергетических ресурсов при производстве, распределении и потреблении тепловой энергии.

**Задачами дисциплины** является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

- **ПК-9:** способность обеспечивать соблюдение экологической безопасности на производстве и планировать экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве.

В результате изучения дисциплины студент должен:

### Знать:

- структуру и назначение элементов и систем энергообеспечения промышленных предприятий, современное состояние биосферы и способы снижения мощности техногенного воздействия на биосферу, естественнонаучную сущность проблем энергосбережения в теплоэнергетике и теплотехнологии, нормативные документы по экологической безопасности на производстве и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве;

### Уметь:

- составлять энергетические балансы теплотехнологических схем и их элементов, рассчитывать технико-экономические показатели систем энергоснабжения, определять затраты энергетических, материальных и людских ресурсов в системах энергоснабжения предприятия, анализировать и применять отечественный и зарубежный опыт при планировании экозащитных мероприятий и мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на производстве.

### Владеть:

- навыками повышения показателей эффективности систем энергоснабжения, практическими подходами к разработке конкретных природоохранных мероприятий и оценке воздействия техногенных объектов на окружающую среду, методами оценки эффективности энергосберегающих мероприятий и технологий.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии» входит в Профессиональный цикл дисциплин и относится к Базовой части дисциплин.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки в соответствии с ПК-9, формируемые следующими предшествующими дисциплинами:

Б1.Б.12	Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии
Б1.Б.14	Безопасность жизнедеятельности
Б1.Б.17	Экология
Б1.В.ОД.2	Охрана окружающей среды от выбросов объектов теплоэнергетики

**Б2.П.1** Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности

Знания, полученные в результате освоения данной дисциплины необходимы при выполнении бакалаврской выпускной работы и дальнейшему обучению по программе магистерской подготовки.

**3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

**Аудиторная работа**

Цикл:	Б	Курс
Часть цикла:	вариативная	
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.ОД.12	
Часов (всего) по учебному плану:	144	5 курс
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	4	5 курс
Лекции (ЗЕТ, часов)	8/36, 8	5 курс
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	4/36, 4	5 курс
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	4/36, 4	5 курс
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	119/36, 119	5 курс
Экзамен (ЗЕТ, часов всего)	0,25, 9	5 курс

**Самостоятельная работа студентов**

Вид работ	Трудоемкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	25/36, 25
Подготовка к практическим занятиям (пз)	20/36, 20
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (лаб)	-
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	-
Выполнение контрольных работ	1,5, 54
Подготовка к тестированию	20/36, 20
Всего:	119/36, 119
Подготовка к экзамену	0,25, 9

**4. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических и видов учебных занятий**

№ п/п	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах)			
			Лк	Пр	Лаб	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1	<b>Тема 1. Государственная политика в области повышения эффективности использования энергии.</b>	10	1			9

2	<b>Тема 2. Методы и критерии оценки эффективности использования энергии.</b>	13	1			12
3	<b>Тема 3. Основы энергоаудита.</b>	15	1			14
4	<b>Тема 4. Методы энергосбережения при производстве, транспортировке и распределении тепловой энергии.</b>	26	1	1	4	20
5	<b>Тема 5. Энергосбережение в теплотехнологиях, системах и установках.</b>	34	2	2		30
6	<b>Тема 6. Рациональное использование энергии в зданиях и сооружениях.</b>	16	1	1		14
7	<b>Тема 7. Энергосбережение при электроснабжении и электропотреблении</b>	10,5	0,5			10
8	<b>Тема 8. Вторичные энергетические ресурсы.</b>	10,5	0,5			10
<b>всего 144 часа по видам учебных занятий (включая 9 часов на подготовку к экзамену)</b>			<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>119</b>

## Содержание по видам учебных занятий

### Тема 1. Государственная политика в области повышения эффективности использования энергии.

**Лекция 1.** Энергосбережение и экология. Нормативно-правовая и нормативно-техническая базы энергосбережения. (1 час).

**Самостоятельная работа 1.** Подготовка к текущему контролю знаний, выполнение РГР в виде реферата (всего к теме №1 – 9 часов). Подготовка к промежуточной аттестации.

**Текущий контроль** – текущие консультации по РГР.

### Тема 2. Методы и критерии оценки эффективности использования энергии.

**Лекция 2.** Термодинамические и технические показатели оценки энергетической эффективности. Экономические показатели оценки энергоэффективности. Энергобалансы потребителей топливно-энергетических ресурсов. (1 час).

**Самостоятельная работа 2.** Подготовка к текущему контролю знаний, выполнение РГР (всего к теме №2 – 12 часов). Подготовка к промежуточной аттестации.

**Текущий контроль** – текущие консультации по РГР.

### Тема 3. Основы энергоаудита.

**Лекция 3.** Основы энергоаудита объектов теплоэнергетики. Особенности энергоаудита промышленных предприятий. Энергетический паспорт предприятия. (1 час).

**Самостоятельная работа 3.** Подготовка к текущему контролю знаний, выполнение РГР (всего к теме №3 – 14 часов). Подготовка к промежуточной аттестации.

**Текущий контроль** – текущие консультации по РГР.

#### **Тема 4. Методы энергосбережения при производстве, транспортировке и распределении тепловой энергии.**

**Лекция 4.** Вопросы энергосбережения на ТЭЦ и котельных. Меры по сокращению потерь энергии и ресурсов в тепловых сетях. (1 час)

**Практическое занятие 1.** Оценка мероприятий по энергосбережению в системах распределения энергоносителей. Гидравлический расчет и выбор оборудования. (1 час)

**Лабораторная работа 1.** Оптимизация толщины теплоизоляционного слоя для теплопровода. Защита лабораторной работы. (4 часа)

**Самостоятельная работа 4.** Подготовка к практическому занятию и лабораторной работе (всего к теме №4 – 20 часов). Выполнение работы, оформление отчета по лабораторной работе. Защита лабораторной работы. Выполнение расчетно-графической работы. Подготовка к промежуточной аттестации.

**Текущий контроль** – устный опрос по теме при подготовке к практическому занятию и лабораторной работе, защита лабораторной работы, промежуточное тестирование. Текущие консультации по расчетно-графической работе.

#### **Тема 5. Энергосбережение в теплотехнологиях, системах и установках.**

**Лекция 5.** Особенности энергосбережения в высокотемпературных теплотехнологиях. Особенности энергосбережения в низкотемпературных технологиях. Энергосбережение в сушильных, выпарных, ректификационных установках. (2 часа).

**Практическое занятие 2.** 1 Расчет энергосберегающих мероприятий в системах хладоснабжения предприятий. (2 часа).

**Самостоятельная работа 5.** Подготовка к практическому занятию (всего к теме №5 – 30 часов). Выполнение контрольной работы. Подготовка к промежуточной аттестации.

**Текущий контроль** – устный опрос по теме при подготовке к практическому занятию, текущие консультации по РГР.

#### **Тема 6. Рациональное использование энергии в зданиях и сооружениях.**

**Лекция 6.** Повышение теплозащиты зданий и сооружений. Характеристика и показатели качества и эффективности инженерных систем обеспечения жизнедеятельности. Типовые энергосберегающие мероприятия. (1 час).

**Практическое занятие 3.** Расчет теплотерь здания. Повышение теплозащитных свойств ограждающих конструкций. (1 час).

**Самостоятельная работа 6.** Подготовка к практическому занятию (всего к теме №6 – 14 часов). Выполнение контрольной работы. Подготовка к промежуточной аттестации.

**Текущий контроль** – устный опрос по теме при подготовке к практическому занятию, текущие консультации по РГР.

#### **Тема 7. Энергосбережение при электроснабжении и электропотреблении.**

**Лекция 7.** Общие сведения о системах электроснабжения. Качество электроэнергии. Реактивная мощность. Направления энергосбережения в системах электроснабжения. (0,5 часа).

**Самостоятельная работа 3.** Выполнение РГР (всего к теме №7 – 10 часов). Подготовка к промежуточной аттестации.

**Текущий контроль** – текущие консультации по РГР.

## **Тема 8. Вторичные энергетические ресурсы.**

**Лекция 8.** Экономия энергии при утилизации ВЭР. Применение тепловых насосов для утилизации низкопотенциальных ВЭР. (0,5 часа).

**Самостоятельная работа 8.** Выполнение РГР. Подготовка к промежуточной аттестации (всего к теме №8 – 10 часов).

**Текущий контроль** – текущие консультации по РГР.

### **Промежуточная аттестация по дисциплине: экзамен**

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом. Экзамен проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационной сессиях в НИУ МЭИ и инструктивным письмом от 14.05.2012 г. № 21-23.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Для обеспечения самостоятельной работы разработаны:

- конспект лекций по дисциплине,
- методические указания к практическим занятиям по дисциплине,
- методические указания по самостоятельной работе при подготовке к практическим занятиям (см. Приложение 1).

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

### **6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования**

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции: **ПК-9:** способность обеспечивать соблюдение экологической безопасности на производстве и планировать экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов).
2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа студентов).
3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе решения конкретных технических задач на практических занятиях, лабораторных работах, выполнении расчетного задания, успешной сдачи экзамена.

### **6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описания шкал оценивания**

Сформированность компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

При достаточном качестве освоения более 80% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении более 60% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 50% приведенных знаний, умений и навыков - на пороговом уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

Уровень сформированности каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлен различными видами оценочных средств.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции **ПК-9**: «способность обеспечивать соблюдение экологической безопасности на производстве и планировать экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по лабораторным работам, практическим занятиям, расчетно-графическим работам. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах, защитах лабораторных работ и расчетно-графических работ, ответах на практических занятиях.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- структуры и назначения элементов и систем энергообеспечения промышленных предприятий,
- современное состояние биосферы и способы снижения мощности техногенного воздействия на биосферу,
- естественнонаучную сущность проблем энергосбережения в теплоэнергетике и теплотехнологии,
- нормативные документы по экологической безопасности на производстве,
- и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве,
- взаимосвязи вопросов энергосбережения и вопросов экологии и природопользования;

наличие **умения**:

- составлять энергетические балансы теплотехнологических схем и их элементов,
- рассчитывать технико-экономические показатели систем энергоснабжения,
- определять затраты энергетических, материальных и людских ресурсов в системах энергоснабжения предприятия,
- анализировать и применять отечественный и зарубежный опыт при планировании экозащитных мероприятий и мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на производстве.

присутствие **навыка**:

- навыками повышения показателей эффективности систем энергоснабжения,
- практического подхода к разработке конкретных природоохранных мероприятий,
- оценки воздействия техногенных объектов на окружающую среду,



- применения методов оценки эффективности энергосберегающих мероприятий и технологий.

На первом этапе для проверки степени сформированности компетенции **ПК-9**: «способность обеспечивать соблюдение экологической безопасности на производстве и планировать экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве» проводится тестирование. Тест включает 3 вопроса соответствующего направления, при наличии нескольких ПК – компетенций целесообразно предложить комплексный тест, включающий по 3 вопроса на каждую компетенцию. Критерий оценки : один правильный ответ из соответствующих 3 соответствует пороговому уровню освоения соответствующей компетенции, 2 правильных ответа - продвинутому уровню, 3 правильных ответа – эталонному уровню освоения соответствующей компетенции.

Уровень формирования и развития практических умений оценивается на этапах выполнения практических заданий, контрольной работы. Основным способом установления уровня сформированности компетенции **ПК-9**: «способность обеспечивать соблюдение экологической безопасности на производстве и планировать экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве» является наблюдение за студентами в ходе занятий, выявление индивидуальных сложностей, возникающих перед студентами в период освоения материала. Оценивается активность работы студента на практических занятиях, глубина ответов студента «у доски» при устных опросах в процессе выполнения заданий к каждому практическому занятию.

Способность называть при устном ответе основные законы и процессы при работе теплотехнического оборудования, приводить простейшие соотношения для расчета теплотехнического оборудования соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, в дополнение к пороговому самостоятельно выполнять теплотехнические и термодинамические расчеты – соответствует продвинутому уровню; в дополнении к продвинутому способен рассчитывать параметры эффективности работы теплотехнического оборудования и оценивать методы повышения эффективности работы оборудования – соответствует эталонному уровню.

Критерии оценки выполнения практических заданий и контрольной работы: работа должна быть выполнена в соответствии с заданием и методическими указаниями в полном объеме, оформлена в соответствии с требованиями ЕСКД, сделаны соответствующие выводы. При пороговом уровне допускаются небольшие отклонения в оформлении, отсутствие обоснованного вывода по работе; при продвинутом уровне допускаются незначительные отклонения при оформлении работы; эталонный уровень предусматривает наличие теоретически обоснованного вывода и отсутствие отклонений при оформлении работы.

Контрольная работа выполняется в виде развернутого реферата по одной из предложенных тем. Для написания рефератов используются периодические печатные научно-технические издания «Промышленная энергетика», «Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика», «Теплоэнергетика», «Теплоэнергоэффективные технологии», «Энергосбережение», сеть Internet. Поиск осуществляется в сети при помощи поисковых систем, на сайтах энергетических компаний, региональных центров по энергосбережению, на сервере библиотеки филиала и других доступных с сервера библиотеки.

В процессе защиты контрольной работы студенту задается 2 вопроса по рассматриваемой проблеме. В ходе защиты возможно использование интерактивной формы обучения в виде дискуссии с привлечением группы студентов.

### **Темы рефератов.**

1. Обеспечение энергосбережения на базе турбодетандерных установок.
2. Обеспечение энергосбережения на базе тепловых насосов.



3. Обеспечение энергосбережения на базе гелиоустановок горячего водоснабжения .
4. Энергосберегающие мероприятия в системах теплоснабжения.
5. Энергосбережение в газифицированных котельных установках.
6. Энергосбережение в насосных установках.
7. Энергосбережение в системах централизованного теплоснабжения.
8. Обеспечение энергосбережения на базе абсорбционных бромисто-литиевых установок.
9. Вопросы энергосбережения на газоперекачивающих станциях.
10. Вопросы энергосбережения в ЖКХ.
11. Энергосбережение при производстве и распределении сжатого воздуха
12. Вопросы энергосбережения на базе внутрицикловой газификации твердого топлива.
13. Вопросы энергосбережения на основе использования вторичных энергоресурсов - сбор и применение пароконденсатной смеси.
14. Вопросы энергосбережения на основе использования вторичных энергоресурсов – использование теплоты уходящих дымовых газов.
15. Вопросы энергосбережения на основе использования вторичных энергоресурсов при работе сушильных установок.
16. Вопросы энергосбережения при работе ректификационных установок.
17. Энергосбережение при электроснабжении промышленных предприятий.
18. Энергосбережение в системах освещения.
19. Энергосберегающие мероприятия при использовании электрической энергии.
20. Энергосбережение в холодильных установках.
21. Вопросы энергосбережения на базе парогазовых установок.
22. Повышение эффективности работы теплообменных аппаратов; перспективы развития.
23. Вопросы энергосбережения при работе котельного оборудования.
24. Основные энергосберегающие мероприятия в металлургической отрасли промышленности.
25. Основные энергосберегающие мероприятия в нефте-химической отрасли промышленности.
26. Основные энергосберегающие мероприятия в пищевой отрасли промышленности.
27. Вопросы энергосбережения в системах вентиляции и кондиционирования.
28. Вопросы энергосбережения в системах тепло- хладоснабжения предприятий.
29. Основные энергосберегающие мероприятия в промышленности строительных материалов.
30. Основные энергосберегающие мероприятия в химической отрасли промышленности.

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню.

Сформированность уровня компетенций не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является экзамен, оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Экзамен по дисциплине «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии» проводится в устной форме.

Критерии оценивания (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практические задание

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнившему практические задание, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомы с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившим другие практические задания из того же раздела дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной). Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент: после начала экзамена отказался его сдавать или нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.

В зачетную книжку студента и выписку к диплому выносится оценка экзамена по дисциплине за 4 курс.

### **6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

Примеры тестовых вопросов при проверке уровня формирования общекультурных компетенций (ОК-1), закреплённых за дисциплиной.

1. Указать выражение термического сопротивления теплопередачи через 1-слойную цилиндрическую стенку.

$$- \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} ,$$

- $\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}$ ,
  - $\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\alpha_2 d_2}$ ,
  - $\frac{\delta}{\lambda}$
2. Каково направление вектора температурного градиента?
- по касательной в сторону возрастания температуры,
  - по касательной в сторону падения температуры,
  - по нормали в сторону возрастания температуры,
  - по нормали в сторону падения температуры.
3. Которое из этих выражений является уравнением Ньютона-Рихмана?
- $q = -\lambda \left( \frac{dt}{dn} \right)$ ,
  - $q = \alpha (t_1 - t_2)$ ,
  - $q = k (t_{жс1} - t_{жс2})$ ,
  - $q = \varepsilon c_0 \left[ \left( \frac{T_1}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_2}{100} \right)^4 \right]$ .
4. Выделите выражение закона Стефана-Больцмана для абсолютно черного тела
- $\varepsilon c_0 \left( \frac{T}{100} \right)^4$ ,
  - $c_0 \left( \frac{T}{100} \right)^4$ ,
  - $\frac{c_1 \lambda^{-5}}{e^{c_2/\lambda T} - 1}$ ,
  - $\frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$ .
5. Каков закон изменения температуры для теплопроводности в цилиндрической стенке?
- прямолинейный,
  - логарифмический,
  - параболический,
  - гиперболический.

Примеры тестовых вопросов при проверке уровня формирования профессиональных компетенций, закрепленных за дисциплиной.

1. Какой из типов электростанций имеет наибольшее значение электрического КПД?
  - использующих цикл Ренкина,
  - использующих газотурбинный цикл,
  - использующих паро-газовый цикл.
2. Какой из документов нормативной базы энергосбережения не относится к нормативно-техническому?
  - СНиП,

- ГОСТ,
  - Правила проведения энергетических обследований,
  - Постановления Правительства РФ.
3. Сколько килограмм условного топлива расходуется на производство 1 Гкал теплоты в среднем по России?
- 100,
  - 130,
  - 175,
  - 300.
4. Какие потери энергии являются наибольшими при конвективной сушке?
- с сушимым материалом и через ограждения,
  - за счет кинетического несовершенства установки,
  - с уходящим сушильным агентом,
  - с пролетным паром.
5. Регенеративное теплоиспользование – это .....
- использование теплоты в другой установке,
  - возврат тепла в установку,
  - комбинированное теплоиспользование.
6. В каких зданиях отсутствуют затраты тепла на работу систем вентиляции?
- общественного назначения,
  - производственного назначения,
  - жилые здания,
  - затраты тепла на вентиляцию нужны во всех типах зданий.
7. Укажите от какого параметра не зависит тепловая нагрузка системы горячего водоснабжения.
- число потребителей,
  - температура наружного воздуха,
  - температура холодной воды.
8. Для какого из перечисленных процессов коэффициент теплоотдачи имеет наибольшее значение?
- нагрев перегретым паром,
  - конденсация чистого пара,
  - охлаждение жидкостью,
  - нагрев газов.
9. Какая величина принимается за базовую при расчете максимальной отопительной нагрузки по укрупненным показателям?
- площадь здания,
  - площадь пола этажей здания,
  - число жителей,
  - объем здания по внешнему обмеру.
10. Какие недостатки имеет пластинчатый теплообменник по сравнению с кожухотрубным?
- большая компактность,
  - большее гидравлическое сопротивление,
  - меньший допустимый перепад давлений между теплоносителями.

Вопросы по приобретению и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной (примеры вопросов к практическим занятиям)

1. Перевод потребления энергоресурсов в «условное топливо».
2. Расчет теплового баланса теплообменника.

3. Определение параметров влажного воздуха.
4. Определение температуры «точки росы».
5. Составление теплового баланса сушильной установки.
6. Оценка потерь тепла через ограждающие конструкции.
7. Оценка глубины промерзания стен.
8. Подбор теплоизоляционного материала для теплотрассы.
9. Поверочный расчет теплообменника.
10. Конструктивный расчет теплообменника.
11. Расчет полезного теплоперепада при расчете паровых турбин.
12. Оценка эффективности адиабатного дросселирования в паротурбинных установках.
13. Определение требуемой мощности калорифера для обогрева помещения.
14. Определение требуемого воздухообмена для помещения.
15. Расчет с применением h-d диаграммы влажного воздуха процессов нагрева, осушки, увлажнения воздуха.

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы к экзамену)

Первый, второй вопросы в экзаменационном билете студента – вопрос по лекционному материалу (вопр.1-44). Третий вопрос – задача на тему, близкую к разбираемым на практических занятиях (задачи представлены в дополнительных методических материалах по дисциплине).

1. Производство и потребление топливно-энергетических ресурсов в мире и в России.
2. Состояние энергетики России.
3. Актуальность и потенциал энергосбережения в стране.
4. Нормативно-правовые акты энергосбережения.
5. Государственная энергетическая политика России.
6. Виды энергоаудита и их особенности.
7. Энергетический паспорт потребителя вторичных энергоресурсов.
8. Регенеративное энергоиспользование в теплоиспользующих установках.
9. Внешнее энергоиспользование в теплоиспользующих установках.
10. Применение рециркуляции для использования теплоты уходящих газов.
11. Особенности применения оросительных теплообменников для утилизации теплоты уходящих газов.
12. Утилизация тепла в рекуперативных теплообменниках.
13. Методы интенсификации теплообмена.
14. Энергосбережение в сушильных установках.
15. Способы энергосбережения в выпарных аппаратах поверхностного типа.
16. Способы энергосбережения в выпарных аппаратах с погружными горелками.
17. Способы энергосбережения в ректификационных установках.
18. Способы утилизации теплоты в системах вентиляции и кондиционирования.
19. Применение теплообменников-утилизаторов в системах вентиляции и кондиционирования.
20. Тепловые насосы, принцип действия, основные характеристики.
21. Применение тепловых насосов для энергосбережения.
22. Критерии оценки энергетической эффективности теплотехнологии.
23. Система КПД для теплотехнологических установок.

24. Совокупность КПД для теплотехнологических систем и комплексов.
25. Потенциалы резерва интенсивного энергосбережения.
26. Балансовые соотношения для анализа энергопотребления.
27. Классификация и количественная оценка ВЭР.
28. Техничко-экономические критерии оценки эффективности энергосбережения.
29. Приборное обеспечение энергоаудита.
30. Повышение экономичности работы котлоагрегатов.
31. Основные направления повышения эффективности работы тепловых электростанций.
32. Энергосбережение в системах отопления.
33. Выбор оптимального диаметра трубопроводов.
34. Определение оптимальной толщины теплоизоляционного слоя трубопроводов.
35. Энергосбережение при электроснабжении предприятий.
36. Энергосбережение в системах освещения.
37. Техничко-экономическая оценка инвестиционных энергосберегающих проектов.
38. Применение теплообменников-утилизаторов в системах вентиляции и кондиционирования.
39. Классификация и особенности работы парокompрессионных холодильных установок.
40. Принцип действия двухступенчатых парокompрессионных холодильных установок и их применение в промышленности.
41. Применение тепловых насосов в системах отопления и вентиляции.
42. Принцип действия и применение тепловых труб.
43. Принцип действия и применение комбинированных установок.
44. Инженерные системы энергоэффективных зданий.

#### **6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, изложены в методических рекомендациях по изучению курса «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях», в которые входят задания на самостоятельную работу во время практических занятий (приложение 1 к настоящей РПД).

### **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **а) основная литература**

1. Данилов А.С., Гаряев А.Б. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях. Учебник. - М.: Издательский дом МЭИ, 2010.-424с.
2. Сибикин М.Ю., Сибикин Ю.Д. Технология энергосбережения.- М., Берлин: Директ-Медиа, 2014.-352с. Доступ по адресу [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=253968&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=253968&sr=1).

#### **б) дополнительная литература**

3. Кудинов А.А., Зиганшина С.К. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях.- М.: Машиностроение, 2011.-374с. Электронный ресурс. Доступ по адресу [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=2014](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=2014).
4. Панкина Г.В., Гусева Т.В. И др. Энергосбережение и энергетическая эффективность.- М.: АСМС, 2010.-152с. Доступ по адресу [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view&book\\_id=137024](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=137024)



5. Кабанова И.А., Галковский В.А. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях : метод. указания к лабораторным работам по курсу "Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии" - Смоленск : СФ МЭИ, 2007.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины

1. Официальный сайт библиотеки МЭИ в г. Смоленске – <http://lib.sbmpei.ru/>
2. Электронная библиотека НЭЛБУК - <http://www.nelbook.ru/>
3. ЭБС «ЛАНЬ» - <http://e.lanbook.com>.
4. Поисковые системы «Яндекс», «Google» для доступа к тематическим информационным ресурсам.
5. Федеральное Государственное Бюджетное Учреждение «Российское энергетическое агентство» Министерства энергетики Российской Федерации // <http://mineergo.gov.ru/activity/energoeffektivnost/rea.>
6. Портал по энергосбережению// <http://www.energsovet.ru>.
7. Свободная энциклопедия// <http://wikipedia.org>.
8. Журнал «Энергосбережение»// <http://www.rf-energy.ru>.
9. Портал-энерго Эффективное энергосбережение// <http://portal-energo.ru>.

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает лекции, практические занятия и контрольную работу. Изучение курса завершается экзаменом.

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Во время **лекции** студент должен вести краткий конспект.

Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом необходимо пометить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

**Практические (семинарские) занятия** составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Основная цель проведения практических (семинарских) занятий - формирование у студентов аналитического, творческого мышления путем приобретения практических навыков.

Методические указания к практическим (семинарским) занятиям по дисциплине наряду с рабочей программой и графиком учебного процесса относятся к методическим документам, определяющим уровень организации и качества образовательного процесса.

Содержание *практических (семинарских) занятий* фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

Важнейшей составляющей любой формы практических занятий являются упражнения (задания). Основа в упражнении - пример, который разбирается с позиций теории, развитой в лекции. Как правило, основное внимание уделяется формированию конкретных умений, навыков, что и определяет содержание деятельности студентов - решение задач, графические работы, уточнение

категорий и понятий науки, являющихся предпосылкой правильного мышления и речи.

Практические (семинарские) занятия выполняют следующие задачи:

стимулируют регулярное изучение рекомендуемой литературы, а также внимательное отношение к лекционному курсу;

закрепляют знания, полученные в процессе лекционного обучения и самостоятельной работы над литературой;

расширяют объём профессионально значимых знаний, умений, навыков;

позволяют проверить правильность ранее полученных знаний;

прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления;

способствуют свободному оперированию терминологией;

предоставляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов.

При подготовке к **практическим занятиям** необходимо просмотреть конспекты лекций и методические указания, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

За 10 мин до окончания занятия преподаватель проверяет объём выполненной на занятии работы и отмечает результат в рабочем журнале.

Оставшиеся невыполненными пункты задания практического занятия студент обязан доделать самостоятельно.

После проверки отчета преподаватель может проводить устный или письменный опрос студентов для контроля усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия (студенты должны знать смысл полученных ими результатов и ответы на контрольные вопросы). По результатам проверки отчета и опроса выставляется оценка за практическое занятие.

При подготовке к **экзамену** в дополнение к изучению конспектов лекций, учебных пособий и слайдов, необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. При подготовке к экзамену нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить по несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

**Самостоятельная работа студентов (СРС)** по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и выдаются студенту.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

При проведении **лекционных** занятий предусматривается использование *систем* мультимедиа.

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

**Лекционные занятия:**

Аудитория, оснащенная презентационной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

**Практические занятия** по данной дисциплине проводятся в обычной учебной аудитории.

Автор

к.т.н., доцент



Кабанова И.А.

Зав. кафедрой

к.т.н., доцент



Михайлов В.А.

Программа одобрена на заседании кафедры ПТЭ от 29 августа 2016г., протокол №1.