

**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  
« 31 » 08 2015 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**РАСЧЕТ И ОПТИМИЗАЦИЯ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ  
ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

**Направление подготовки: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

**Магистерская программа: Энергообеспечение предприятий.  
Тепломассообменные процессы и установки**

**Уровень высшего образования: магистратура**

**Нормативный срок обучения: 2 года**

**Форма обучения: очная**

**Смоленск – 2015 г.**

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

**Целью освоения дисциплины** является подготовка обучающихся к расчетно-проектной и проектно-конструкторской деятельности по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

**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-2 – выпускник должен обладать «способностью к проведению технических расчетов по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений, с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров и выбора серийного и разработки нового теплоэнергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования»

В результате изучения дисциплины студент должен:

### **Знать:**

- структуру теплоэнергетического оборудования источников теплоты промышленных предприятий (ПК-2);
- основные принципы, особенности и задачи функционирования источников теплоснабжения (ПК-2);
- основные методы расчета себестоимости тепловой энергии, показатели эффективности функционирования источников теплоты и осуществления инвестиционных проектов в теплоэнергетике (ПК-2).

### **Уметь:**

- пользоваться знаниями, полученными в процессе изучения дисциплины для управления хозяйственной деятельностью источников теплоты промышленных предприятий (ПК-2);
- оценивать эффективность хозяйственной деятельности источников теплоты (ПК-2).

### **Владеть:**

- навыками осуществления функционально-стоимостного расчета применительно к теплоэнергетическим объектам и системам с использованием прикладного программного обеспечения (ПК-2).

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части дисциплин по выбору цикла Б1 образовательной программы подготовки магистров по магистерской программе «Энергообеспечение предприятий. Тепломассообменные процессы и установки» направления 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

В соответствии с учебным планом по направлению 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» дисциплина «Расчет и оптимизация источников теплоснабжения промышленных предприятий» базируется на следующих дисциплинах:

Б1.Б.6 «Проблемы энерго- и ресурсосбережения в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии»;

Б1.В.ОД.5 «Оптимизация тепломассообменных установок»;

Б1.В.ОД5 «Математические методы исследования сложных теплоэнергетических систем»;

Б1.В.ДВ.4 «Теория оптимизации систем теплоэнергоснабжения промышленных предприятий».

Приобретенные в результате изучения дисциплины «Расчет и оптимизация источников теплоснабжения промышленных предприятий» знания, умения и навыки являются неотъемлемой частью формируемых у выпускника компетенций в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами по направлению 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и будут использованы при изучении дисциплин:

Б1.В.ОД.3 «Математическое моделирование и алгоритмизация задач теплоэнергетики»;

Б1.В.ДВ.5 «Моделирование систем теплоэнергоснабжения».

Знания, полученные в результате освоения данной дисциплины необходимы при написании магистерской диссертации.

### 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:	Б1	Семестр
Часть цикла:	Вариативная	
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.ДВ.3.1	
Часов (всего) по учебному плану:	108	2 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	3	2 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	-	2 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	0.5, 18	2 семестр
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	0.5, 18	2 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	2, 72	2 семестр
Экзамен (ЗЕТ, часов)	-	2 семестр

#### Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	-
Подготовка к практическим занятиям (пз)	0.5, 18
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (лаб)	0.5, 18
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	0.5, 18
Выполнение курсового проекта (работы)	-
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	0.125, 4.5
Подготовка к контрольным работам	0.125, 4.5
Подготовка к тестированию	-
Подготовка к зачету	0.25, 9
Всего:	2, 72
Подготовка к экзамену	-

### 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	в т.ч. интер-акт.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	<b>Тема 1.</b> Основные параметры тепловых схем водогрейной, паровой и паро-водогрейной котельных	26	-	4	6	16	2
2	<b>Тема 2.</b> Основные параметры тепловых схем ТЭС и ТЭЦ. Влияние основных параметров на структуру и экономичность источников теплоты	26	-	4	6	16	2
3	<b>Тема 3.</b> Основные отличия схем ТЭЦ, КЭС, АЭС. Особенности тепловых схем мощных энергоблоков	6	-	2	-	4	-
4	<b>Тема 4.</b> Основные направления совершенствования тепловых схем источников теплоснабжения. Критерии оптимизации тепловых схем котельных, ТЭС, ТЭЦ и АЭС	20	-	4	-	16	2
5	<b>Тема 5.</b> Оптимизация тепловых схем котельных	6	-	2	-	4	2
6	<b>Тема 6.</b> Оптимизация тепловых схем ТЭС, ТЭЦ, АЭС	24	-	2	6	16	2
<b>всего 108 часов по видам учебных занятий</b>			-	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>72</b>	<b>10</b>

### Содержание по видам учебных занятий

**Тема 1. Основные параметры тепловых схем водогрейной, паровой и паро-водогрейной котельных**

**Практическое занятие 1.** Основные параметры тепловых схем водогрейной и паровой котельной (2 часа).

**Практическое занятие 2.** Основные параметры тепловой схемы комбинированной (паро-водогрейной) котельной (2 часа).

**Лабораторная работа 1.** Расчет основных параметров тепловых схем котельных (6 часов).

**Самостоятельная работа 1.** Изучение литературных источников по тематике занятий. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к проведению и защите лабораторной работы. Подбор материала и выполнение расчетно-графической работы (16 часов).

**Текущий контроль** – устный и письменный опросы при проведении практических занятий.

**Тема 2. Основные параметры тепловых схем ТЭС и ТЭЦ. Влияние основных параметров на структуру и экономичность источников теплоты**

**Практическое занятие 3.** Основные параметры тепловой схемы ТЭС и ТЭЦ (2 часа).

**Практическое занятие 4.** Влияние основных параметров на структуру и экономичность источников теплоты (2 часа).

**Лабораторная работа 2.** Расчет основных параметров тепловых схем теплоэлектростанций (6 часов).

**Самостоятельная работа 2.** Изучение литературных источников по тематике занятий. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к проведению и защите лабораторной работы. Подбор материала и выполнение расчетно-графической работы (16 часов).

**Текущий контроль** – устный и письменный опросы при проведении практических занятий.

**Тема 3. Основные отличия схем ТЭЦ, КЭС, АЭС. Особенности тепловых схем мощных энергоблоков**

**Практическое занятие 5.** Основные отличия схем ТЭЦ, КЭС, АЭС. Изучение особенностей тепловых схем мощных энергоблоков (2 часа).

**Самостоятельная работа 3.** Изучение литературных источников по тематике занятий. Подготовка к практическим занятиям. Подбор материала и выполнение расчетно-графической работы (4 часа).

**Текущий контроль** – устный опрос при проведении практического занятия.

**Тема 4. Основные направления совершенствования тепловых схем источников теплоснабжения. Критерии оптимизации тепловых схем котельных, ТЭС, ТЭЦ и АЭС**

**Практическое занятие 6.** Основные направления совершенствования тепловых схем источников теплоснабжения (2 часа).

**Практическое занятие 7.** Критерии оптимизации тепловых схем котельных, ТЭС, ТЭЦ и АЭС (2 часа).

**Самостоятельная работа 4.** Изучение литературных источников по тематике занятий. Подготовка к практическим занятиям. Подбор материала и выполнение расчетно-графической работы (16 часов).

**Текущий контроль** – устный опрос при проведении практического занятия.

**Тема 5. Оптимизация тепловых схем котельных**

**Практическое занятие 8.** Оптимизация тепловых схем котельных (2 часа).

**Самостоятельная работа 5.** Изучение литературных источников по тематике занятий. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к защите расчетно-графической работы (4 часа).

**Текущий контроль** – устный опрос при проведении практического занятия.

**Тема 6. Оптимизация тепловых схем ТЭС, ТЭЦ, АЭС**

**Практическое занятие 9.** Оптимизация тепловых схем ТЭС, ТЭЦ, АЭС (2 часа).

**Лабораторная работа 3.** Расчет и оптимизация тепловой схемы теплоэлектроцентрали (6 часов).

**Самостоятельная работа 6.** Изучение литературных источников по тематике занятий. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к проведению и защите лабораторной работы. Подготовка к защите расчетно-графической работы (16 часов).

**Текущий контроль** – устный опрос при проведении практического занятия.

Практические занятия (в количестве 10 часов) проводятся в интерактивной форме. На практических занятиях проводится анализ решения задач на альтернативной основе. Предварительно группа студентов разбивается на две части. Первая группа получают задание по расчету показателей эффективности работы источника теплоты, расчету и анализу показателей отдельных элементов схемы, в соответствии с тематикой практического занятия. Вторая группа выступает в качестве экспертов оценивающих результаты работы первой группы. Для этого они должны разбираться в сущности решаемой задачи и обладать способностью - оперативно анализировать результаты, представленные их товарищами. Они должны согласиться или нет со своими оппонентами, и если возможно, предложить свое решение рассматриваемой задачи, обосновав причины его оптимальности. На каждом последующем занятии группы меняются местами.

**Промежуточная аттестация по дисциплине: зачет**

Изучение дисциплины заканчивается зачета с оценкой. Зачет проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационной сессиях в НИУ «МЭИ» и инструктивным письмом от 14.05.2012 г. № И-23.

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

Для обеспечения самостоятельной работы разработаны методические указания по самостоятельной работе при подготовке к практическим занятиям и выполнению расчетно-графической работы (см. Приложение).

## **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-2.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (самостоятельная работа студентов).
2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, самостоятельная работа студентов).
3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе устного опроса на практических и лабораторных занятиях, проведения диспутов и выполнения расчетно-графической работы, а также решения конкретных технических задач на практических занятиях и успешной сдачи зачета.

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

Формирование компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трех-уровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик формирования 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 40% приведенных знаний, умений и навыков - на пороговом уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

Уровень формирования 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 формирования в рамках данной дисциплины компетенции ПК-2 «способностью к проведению технических расчетов по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений, с использованием прикладного

программного обеспечения для расчета параметров и выбора серийного и разработки нового теплоэнергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в расчетно-графической работе студента. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных и письменных опросах на практических занятиях.

Принимается во внимание **знание** обучающимися:

- структуры теплоэнергетического оборудования источников теплоты промышленных предприятий;
- основных принципов, особенностей и задач функционирования источников теплоснабжения;
- основных методов расчета себестоимости тепловой энергии, показателей эффективности функционирования источников теплоты и осуществление инвестиционных проектов в теплоэнергетике;

**умения:**

- пользоваться знаниями, полученными в процессе изучения дисциплины для управления хозяйственной деятельностью источников теплоты промышленных предприятий;
- оценивать эффективность хозяйственной деятельности источников теплоты;

присутствия **навыка:**

- осуществления функционально-стоимостного расчета применительно к теплоэнергетическим объектам и системам с использованием прикладного программного обеспечения.

**Критерии оценивания уровня формирования компетенции в результате выполнения заданий на практических занятиях**

Критерии оценивания уровня формирования компетенции ПК-2 «способностью к проведению технических расчетов по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений, с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров и выбора серийного и разработки нового теплоэнергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования» в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Оценивается активность работы студента на практических занятиях, глубина ответов студента «у доски» при устных опросах в процессе проведения каждого практического занятия.

Способность формулировать при устном ответе основные понятия и рассчитывать показатели, характеризующие функционирование источников тепла, применяемых на промышленных предприятиях, знание организационной структуры и специфических особенностей функционирования предприятия, использующего источники тепла, рассчитывать показатели, используемые для оценки эффективности работы и оптимизации параметров источников теплоснабжения; в дополнение к пороговому самостоятельно анализировать результаты расчета и оптимизации рассматриваемых систем и обладать основами навыками принятия с их использованием технически обоснованных решений – соответствует продвинутому уровню; в дополнении к продвинутому самостоятельно, с использованием компьютерной техники, выполнить расчеты позволяющие сравнивать эффективность работы различных источников тепла промышленных предприятий, а также выявить резервы снижения потребления энергетических ресурсов, и объяснить свое решение окружающим – соответствует эталонному уровню.

Критерии оценивания уровня формирования компетенции ПК-2 «способностью к проведению технических расчетов по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений, с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров и выбора серийного и разработки нового теплоэнергетического,

теплотехнического и теплотехнологического оборудования» в результате выполнения расчетно-графической работы (расчетного задания).

Способность самостоятельно подобрать литературу для выполнения расчетного задания, правильно оформить результаты решаемой задачи, соответствующей теме расчетного задания и в логичной и законченной форме представить результаты решения задачи – соответствует пороговому уровню формирования компетенции на данном этапе ее формирования; в дополнения к пороговому уровню – показать в работе способность к самостоятельному анализу проблематики в рамках варианта расчетного задания – соответствует продвинутому уровню; в дополнении к продвинутому уровню – способность предложить и обосновать альтернативные варианты решения задачи в рамках расчетного задания с целью выбора оптимального варианта и объяснить свое решение окружающим – соответствует эталонному уровню.

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

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

Зачет по дисциплине «Расчет и оптимизация источников теплоснабжения промышленных предприятий» 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 на основные и дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины.

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все основные и дополнительные вопросы, 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, знакомый 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.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на большинство теоретических основных и дополнительных вопросов 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). Неудовлетворительно выставляется также, если студент: после начала зачета отказался его сдавать или нарушил правила сдачи зачета (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.).

В зачетную книжку студента и выписку к диплому выносится оценка по зачету по дисциплине за 2 семестр.

### **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**

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

Перечень вопросов рассматриваемых на практических занятиях содержится в методических указаниях по подготовке к практическим занятиям, самостоятельной работе и выполнению расчетно-графической работы (расчетного задания) по дисциплине «Расчет и оптимизация источников теплоснабжения промышленных предприятий» (Приложение).

Методические рекомендации по выполнению и оформлению расчетного задания содержится в методических указаниях по подготовке к практическим занятиям, самостоятельной работе и выполнению расчетного задания по дисциплине «Расчет и оптимизация источников теплоснабжения промышленных предприятий» (Приложение).

#### Тематика заданий на расчетно-графическую работу

1. «Расчет тепловой схемы водогрейной котельной». Выполнить расчет тепловой схемы водогрейной котельной с определением параметров материальных и тепловых потоков.
2. «Расчет тепловой схемы паровой котельной с одним деаэратором». Выполнить расчет тепловой схемы паровой котельной с определением параметров материальных и тепловых потоков.
3. «Расчет тепловой схемы паровой котельной с двумя деаэраторами». Выполнить расчет тепловой схемы паровой котельной с определением параметров материальных и тепловых потоков.
4. «Расчет тепловой схемы паротурбинной установки ТЭС с турбиной Т-100-130». Выполнить расчет тепловой схемы паротурбинной установки с определением параметров материальных и тепловых потоков.
5. «Расчет тепловой схемы паротурбинной установки ТЭС с турбиной Т-50-130». Выполнить расчет тепловой схемы паротурбинной установки с определением параметров материальных и тепловых потоков.
6. «Расчет тепловой схемы паротурбинной установки ТЭС с турбиной ПТ-135/165-130/13». Выполнить расчет тепловой схемы паротурбинной установки с определением параметров материальных и тепловых потоков.
7. «Расчет тепловой схемы паротурбинной установки ТЭС с турбиной ПТ-60-130/13». Выполнить расчет тепловой схемы паротурбинной установки с определением параметров материальных и тепловых потоков.
8. «Расчет тепловой схемы комбинированной (смешанной) котельной». Выполнить расчет тепловой схемы комбинированной котельной с определением параметров материальных и тепловых потоков.
9. «Расчет тепловой схемы паротурбинной установки ТЭС с турбиной ПТ-60-90/13». Выполнить расчет тепловой схемы паротурбинной установки с определением параметров материальных и тепловых потоков.

10. «Расчет тепловой схемы газотурбинной установки ТЭС». Выполнить расчет тепловой схемы газотурбинной установки с определением параметров материальных и тепловых потоков.

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

1. Основные параметры тепловой схемы водогрейной котельной.
2. Основные параметры тепловой схемы паровой котельной.
3. Основные параметры тепловой схемы комбинированной (паро-водогрейной) котельной.
4. Основные параметры тепловой схемы ТЭС.
5. Основные параметры тепловой схемы ТЭЦ.
6. Влияние основных параметров на структуру и экономичность источников теплоты.
7. Основные отличия схем ТЭЦ, КЭС, АЭС.
8. Особенности тепловых схем мощных энергоблоков.
9. Основные направления совершенствования тепловых схем источников теплоснабжения.
10. Критерии обоснования принятия проектных решений.
11. Критерии оптимизации тепловых схем котельных, ТЭС, ТЭЦ и АЭС.
12. Оптимизация тепловых схем котельных.
13. Оптимизация тепловых схем ТЭС, ТЭЦ, АЭС.
14. Алгоритмы решения систем линейных уравнений.
15. Алгоритмы решения систем нелинейных уравнений.
16. Алгоритмы решения систем дифференциальных уравнений.
17. Основные этапы решения задач моделирования.
18. Основные положения математического моделирования источников теплоснабжения промышленных предприятий.
19. Современные системы автоматизированного проектирования, предназначенные для решения задач теплоэнергетики и теплотехники.
20. Особенности, достоинства и недостатки языков программирования высокого уровня, применяемых при расчете источников теплоты.

#### **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 указаниях по подготовке к практическим занятиям, самостоятельной работе и выполнению расчетно-графической работы по дисциплине «Расчет и оптимизация источников теплоснабжения промышленных предприятий» (Приложение). В них содержатся методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям, самостоятельной работе студента и выполнению расчетно-графической работы.

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

#### **а) основная литература**

1. Теплогидравлические модели оборудования электрических станций [Электронный ресурс]: - Электрон. дан. - М.: Физматлит, 2013 - 445 с. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=59703](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=59703)

2. Булкин А.Е., Костюк А.Г., Трухний А.Д., Фролов В.В. Паровые и газовые турбины для электростанций [Электронный ресурс]: учебник для вузов. - Электрон. дан. - М.: Издательский дом МЭИ, 2008 - 556 с. - Режим доступа: <http://www.nelbook.ru/?book=8>
3. Цанев С.В., Буров В.Д., Земцов А.С., Осыка А.С. Газотурбинные энергетические установки [Электронный ресурс]: учебное пособие - Электрон. дан. - М.: Издательский дом МЭИ, 2011 - 428 с. - Режим доступа: <http://www.nelbook.ru/?book=53>
4. Трухний А.Д. Парогазовые установки электростанций [Электронный ресурс]: учебное пособие - Электрон. дан. - М.: Издательский дом МЭИ, 2013 - 648 с. - Режим доступа: <http://www.nelbook.ru/?book=212>
5. Яковлев Б. В. Повышение эффективности систем теплофикации и теплоснабжения [Электронный ресурс]: монография. - Электрон. дан. - М.: Новости теплоснабжения, 2008. - 448 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=56217>

#### **б) дополнительная литература**

1. Павлова И.Б. Методы термодинамического анализа эффективности теплоэнергетических установок: учеб. пособие по курсу «Термодинамика» [Электронный ресурс]: - Электрон. дан. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2011. - 112 с. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=58513](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=58513)
2. Куфтов А.Ф. Топливо и топливосжигающие устройства тепловых агрегатов общепромышленного назначения [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Электрон. дан. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2006 - 44 с. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=62014](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=62014)
3. Кязимов К.Г. Газовое оборудование промышленных предприятий. Устройство и эксплуатация: Справочник [Электронный ресурс]: справочник. - Электрон. дан. - М.: ЭНАС, 2011. - 238 с. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=38543](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=38543)

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

1. Электронно-библиотечная система «Лань» - <http://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <http://biblioclub.ru/>
3. Электронная библиотека НЭЛБУК - <http://www.nelbook.ru/>
4. Поисковые системы «Яндекс», «Google» для доступа к тематическим информационным ресурсам.

### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Дисциплина предусматривает практические занятия – один раз в две недели и четырехчасовые лабораторные работы один раз в четыре недели. Изучение курса завершается сдачей зачета.

Успешное изучение курса требует активной работы на практических занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой, а также выполнения и защиту лабораторных работ.

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

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

Содержание практических 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. 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 занятия выполняют следующие задачи:

- стимулируют регулярное изучение рекомендуемой литературы;
- закрепляют знания, полученные в процессе 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 методические указания, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на вопросы, выносимые на рассмотрение для данного занятия или в соответствии с полученным заданием.

В ходе проведения практического занятия преподаватель проводит устный или письменный опрос студентов, в соответствии с тематикой занятия и индивидуальным или групповым заданием, полученном студентами на предыдущем занятии, 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 опроса и участия студента в обсуждении вопросов рассматриваемых на практическом занятии выставляется оценка за него.

**Лабораторные работы** составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Выполнение студентами лабораторных работ направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;
- формирование необходимых профессиональных умений и навыков.

Дисциплины, по которым планируются лабораторные работы и их объемы, определяются рабочими учебными планами.

Методические указания по проведению лабораторных работ разрабатываются на срок действия РПД (ПП) и включают:

- заглавие, в котором указывается вид работы (лабораторная), ее порядковый номер, объем в часах и наименование;
- цель работы;
- предмет и содержание работы;
- оборудование, технические средства, инструмент;
- порядок (последовательность) выполнения работы;
- правила техники безопасности и охраны труда по данной работе (по необходимости);
- общие правила оформления работы;
- контрольные вопросы и задания;
- список литературы (по необходимости).

Содержание лабораторных работ фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

При планировании лабораторных работ следует учитывать, что наряду с ведущей целью - подтверждением теоретических положений - в ходе выполнения заданий у студентов формируются практические умения и навыки обращения с лабораторным оборудованием, аппаратурой и пр., которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследова-

тельные умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Состав заданий для лабораторной работы должен быть спланирован с таким расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством студентов.

Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.

Выполнению лабораторных работ предшествует проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания. Помимо собственно выполнения работы для каждой лабораторной работы предусмотрена процедура защиты, в ходе которой преподаватель проводит устный или письменный опрос студентов для контроля понимания выполненных ими заданий, правильной интерпретации полученных результатов и усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия.

При подготовке к **зачету** в дополнение к изучению учебных пособий необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. При подготовке нужно изучить теорию вопросов выносимых на зачет и уметь представить все связанные с ними практические аспекты, рассмотренные на практических (семинарских) занятиях, а также владеть практическими навыками, приобретенными в ходе занятий.

**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 **практических** занятий предусматривается использование систем мультимедиа и информационного ресурса интернет.

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

**Практические и лабораторные занятия** по данной дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук), рабочие места студентов оснащены индивидуальными компьютерами.

Рабочую программу разработал:

доцент кафедры ПТЭ  
к.т.н., доцент

В.А. Галковский

зав. кафедрой ПТЭ  
к.т.н., доцент

В.А. Михайлов

Программа одобрена на заседании кафедры ПТЭ от « 28 » августа 2015 года, протокол № 1