

Приложение 3 РПД Б1.В.ОД.13

**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  
« 16 » 11 20 15 г.  


**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ИСТОЧНИКИ И СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ. ЧАСТЬ 2:  
СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ТЕПЛА**

---

**Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

**Профиль подготовки: Энергообеспечение предприятий**

**Уровень высшего образования: бакалавриат**

**Нормативный срок обучения: 4 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, проектно-конструкторской деятельности по направлению подготовки 13.03.01 «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:

ОПК-1 – «способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий».

В результате изучения дисциплины студент должен:

### **Знать:**

- основные методы и способы получения, хранения и обработки информации (ОПК-1);
- способы применения средств вычислительной техники для работы с информацией (ОПК-1).

### **Уметь:**

- использовать информационные технологии и средства получения, переработки и хранения информации для решения технических задач в области теплоэнергетики и теплотехники (ОПК-1);
- использовать компьютерные системы для работы с информацией в своей предметной области (ОПК-1).

### **Владеть:**

- основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации для решения задач в области теплоэнергетики и теплотехники (ОПК-1);
- использовать компьютер как средство работы с информацией при достижении поставленных целей (ОПК-1).

ПК-1 – «способность участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией»

В результате изучения дисциплины студент должен:

### **Знать:**

- нормативные и правовые документы, используемые при решении конструкторских задач в области теплоэнергетики и теплотехники (ПК-1);
- правовые ограничения действия и использования нормативных документов в своей предметной области (ПК-1).

### **Уметь:**

- находить необходимые нормативные и правовые документы, используемые при решении конструкторских задач (ПК-1);
- производить сбор и анализ исходных данных при расчете и проектировании объектов теплоэнергетики (ПК-1).

### **Владеть:**

навыками и методами работы с нормативными и правовыми документами в области теплоэнергетики и теплотехники (ПК-1).

ПК-2 – «способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием»

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- методы расчета по типовым методикам систем теплоснабжения (ПК-2);
- проектирование узлов и агрегатов источников и систем теплоснабжения с использованием стандартных средств автоматизированного проектирования (ПК-2).

**Уметь:**

- рассчитывать параметры функционирования элементов и систем теплоснабжения (ПК-2);
- оценивать возможность использования систем теплоснабжения, спроектированных в соответствии с техническим заданием (ПК-2).

**Владеть:**

- типовыми методиками расчета и проектирования элементов и узлов систем теплоснабжения и владения современными методами научных исследований в области теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий (ПК-2).

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части обязательных дисциплин цикла Б1 основной образовательной программы подготовки бакалавров по профилю «Энергообеспечение предприятий», направления 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

В соответствии с учебным планом по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» дисциплина «Источники и системы теплоснабжения. Часть 2: Системы теплоснабжения потребителей тепла» базируется на следующих дисциплинах:

- Б1.Б.9 Информационные технологии (ОПК- 1);
- Б1.Б.10 Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика (ОПК-1);
- Б1.Б.12 Механика (ПК-2);
- Б1.Б.15 Электротехника и электроника (ПК-1, ПК-2);
- Б1.Б.16 Гидрогазодинамика (ПК-2);
- Б1.В.ОД.9 Котельные установки и парогенераторы (ПК-2);
- Б1.В.ОД.11 Нагнетатели и тепловые двигатели (ПК-2);
- Б1.В.ОД.12 Источники и системы теплоснабжения. Часть 2: Источники производства тепла (ОПК-1, ПК-1);
- Б1.В.ДВ.3.1 Численные методы моделирования процессов теплоэнергетики и теплотехники (ОПК-1);
- Б1.В.ДВ.3.2 Теория подобия и моделирования процессов теплоэнергетики и теплотехники (ОПК-1);
- Б1.В.ДВ.5.1 Основы трансформации тепла (ПК-2);
- Б1.В.ДВ.5.2 Системы хладоснабжения объектов теплоэнергетики (ПК-2);
- Б1.В.ДВ.6.1 Теплотехнологические процессы и установки (ПК-2);
- Б1.В.ДВ.6.2 Высокотемпературные установки промышленных предприятий (ПК-2).

Приобретенные в результате изучения дисциплины «Источники и системы теплоснабжения. Часть 2: Системы теплоснабжения потребителей тепла» знания, умения и навыки являются неотъемлемой частью формируемых у выпускника компетенций в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и будут использованы при изучении дисциплин:

- Б1.В.ОД.13 Источники и системы теплоснабжения. Часть 2: Системы теплоснабжения потребителей тепла (ОПК-1, ПК-1);  
 Б1.В.ОД.14 Теплообменное оборудование предприятий (ПК-1, ПК-2);  
 Б1.В.ОД.15 Электроснабжение предприятий и электропривод (ПК-2);  
 Б1.В.ДВ.8.2 Использование системы автоматизированного проектирования в теплоэнергетике (ПК-2);  
 Б1.В.ДВ.9.1 Инженерные сети зданий и сооружений (ПК-1, ПК-2);  
 Б1.В.ДВ.9.2 Системы теплоснабжения и вентиляции (ПК-1, ПК-2);  
 Б1.В.ДВ.10.1 Технологические энергосистемы предприятий (ПК-1, ПК-2);  
 Б1.В.ДВ.10.2 Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях (ПК-1, ПК-2);  
 Б1.В.ДВ.11.1 Электрические машины и аппараты (ПК-2);  
 Б1.В.ДВ.11.2 Электромеханические преобразователи в теплоэнергетике (ПК-2);  
 Б2.П.3 Научно-исследовательская работа (ОПК-1, ПК-1);  
 Б2.П.4 Преддипломная практика (ПК-1, ПК-2);  
 Б3 Государственная итоговая аттестация (ОПК -1, ПК-1, ПК-2).

Знания, полученные в результате освоения данной дисциплины необходимы при написании выпускной работы бакалавра и дальнейшего обучения по программе магистратуры.

**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.ОД.13	
Часов (всего) по учебному плану:	180	7 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	5	7 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	1, 36	7 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	1, 36	7 семестр
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	-	7 семестр
Курсовое проектирование (ЗЕТ, часов)	0.5, 18	
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	1.5, 54	7 семестр
Экзамен (ЗЕТ, часов)	1, 36	7 семестр

**Самостоятельная работа студентов**

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	0.125, 4.5
Подготовка к практическим занятиям (пз)	0.25, 9
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (лаб.)	-
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	-
Выполнение курсового проекта (работы)	1, 36
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	0.125, 4.5

Подготовка к контрольным работам	-
Подготовка к тестированию	-
Подготовка к зачету	-
Всего:	1,5, 54
Подготовка к экзамену	1, 36

#### 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	КП	СРС	в т.ч. интеакт.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	<b>Тема 1. Системы теплоснабжения потребителей тепла</b>	34	8	6	-	4	16	2
2	<b>Тема 2. Регулирование тепловой нагрузки</b>	16	4	6	-	4	2	2
3	<b>Тема 3. Гидравлический расчет систем теплоснабжения</b>	32	6	8	-	4	14	2
4	<b>Тема 4. Оборудование тепловых сетей</b>	34	8	6	-	4	16	2
5	<b>Тема 5. Компенсация температурных деформаций тепловых сетей</b>	14	4	6	-	2	2	2
6	<b>Тема 6. Центральные тепловые пункты</b>	8	4	2	-	-	2	2
7	<b>Тема 7. Приборы и системы автоматического регулирования тепловых пунктов</b>	6	2	2	-	-	2	-
<b>Всего 180 часов по видам учебных занятий (включая экзамен – 36 часов)</b>			<b>36</b>	<b>36</b>	<b>-</b>	<b>18</b>	<b>54</b>	<b>12</b>

#### Содержание по видам учебных занятий

##### Тема 1. Системы теплоснабжения потребителей тепла

**Лекция 1.** Закрытые водяные системы теплоснабжения. Достоинства и недостатки. Способы присоединения потребителей к закрытым системам теплоснабжения (2 часа).

**Лекция 2.** Открытые водяные системы теплоснабжения. Достоинства и недостатки. Способы присоединения потребителей к открытым системам теплоснабжения (2 часа).

**Лекция 3.** Паровые системы теплоснабжения. Достоинства и недостатки. Способы присоединения потребителей к паровым системам теплоснабжения (2 часа).

**Лекция 4.** Выбор теплоносителя и системы теплоснабжения. Основные преимущества воды как теплоносителя по сравнению с паром. (2 часа).

**Практическое занятие 1.** Закрытые водяные системы теплоснабжения (2 часа).

**Практическое занятие 2.** Открытые водяные системы теплоснабжения (2 часа).

**Практическое занятие 3.** Паровые системы теплоснабжения (2 часа).

**Курсовое проектирование – занятие 1, 2.** Системы теплоснабжения потребителей тепла (4 часа).

**Самостоятельная работа 1.** Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Подборка материала для выполнения курсового проекта (16 часов).

**Текущий контроль** – устный опрос и выполнение заданий в письменной форме при проведении практического занятия.

## **Тема 2 Регулирование тепловой нагрузки**

**Лекция 5.** Методы регулирования тепловой нагрузки. (2 часа).

**Лекция 6.** Температурный график сетевой воды при качественном регулировании (2 часа).

**Практическое занятие 4.** Построение температурного графика сетевой воды 150/70 °С при качественном регулировании тепловой нагрузки (2 часа).

**Практическое занятие 5.** Построение температурного графика сетевой воды 130/70 °С при качественном регулировании тепловой нагрузки (2 часа).

**Практическое занятие 6.** Построение температурного графика сетевой воды 95/70 °С при качественном регулировании тепловой нагрузки (2 часа).

**Курсовое проектирование – занятие 3, 4.** Регулирование тепловой нагрузки (4 часа).

**Самостоятельная работа 2.** Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Подборка материала для выполнения курсового проекта (2 часа).

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

## **Тема 3. Гидравлический расчет систем теплоснабжения**

**Лекция 7.** Задачи гидравлического расчета. Основные расчетные зависимости гидравлического расчета водяных тепловых сетей. Линейное и местное падение давления (2 часа).

**Лекция 8.** Схемы и конфигурации тепловых сетей. Основные требования к режиму давлений водяных тепловых сетей (2 часа).

**Лекция 9.** Пьезометрический график. Принципы его построения (2 часа).

**Практическое занятие 7.** Гидравлический расчет водяных тепловых сетей (2 часа).

**Практическое занятие 8.** Гидравлический расчет паровых тепловых сетей (2 часа).

**Практическое занятие 9.** Определение параметров сетевых и подпиточных насосов. (2 часа).

**Практическое занятие 10.** Построение пьезометрического графика (2 часа).

**Курсовое проектирование – занятие 5, 6.** Гидравлический расчет системы теплоснабжения (4 часа).

**Самостоятельная работа 3.** Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Подборка материала для выполнения курсового проекта (14 часов).

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

## **Тема 4. Оборудование тепловых сетей**

**Лекция 10.** Оборудование тепловых сетей. Трасса и профиль теплопроводов. Конструкции теплопроводов. Основные требования, предъявляемые к теплопроводам (2 часа).

**Лекция 11.** Подземные теплопроводы: в проходных, полупроходных и непроходных каналах (2 часа).

**Лекция 12.** Бесканальные теплопроводы. Надземные теплопроводы (2 часа).

**Лекция 13.** Опоры (2 часа).

**Практическое занятие 11.** Подземные теплопроводы (2 часа).

**Практическое занятие 12.** Надземные теплопроводы (2 часа).

**Практическое занятие 13.** Расчет опор теплопроводов (2 часа).

**Курсовое проектирование – занятие 7, 8.** Оборудование тепловых сетей (4 часа).

**Самостоятельная работа 4.** Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Подборка материала для выполнения курсового проекта (16 часов).

**Текущий контроль** – устный опрос и выполнение заданий в письменной форме при проведении практического занятия.

### **Тема 5. Компенсация температурных деформаций тепловых сетей**

**Лекция 14.** Компенсация температурных удлинений теплопроводов. Типы компенсаторов (2 часа).

**Лекция 15.** Радиальные и осевые компенсаторы тепловых сетей (2 часа).

**Практическое занятие 14.** Расчет температурных удлинений теплопроводов (2 часа).

**Практическое занятие 15.** Расчет и выбор радиальных компенсаторов (2 часа).

**Практическое занятие 16.** Расчет и выбор осевых компенсаторов (2 часа).

**Курсовое проектирование – занятие 9.** Компенсация температурных деформаций (2 часа).

**Самостоятельная работа 5.** Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение курсового проекта (2 часа).

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

### **Тема 6. Центральные тепловые пункты**

**Лекция 16.** Центральные тепловые пункты. Назначение (2 часа).

**Лекция 17.** Схема центрального теплового пункта (2 часа).

**Практическое занятие 17.** Расчет и выбор оборудования тепловых пунктов (2 часа).

**Самостоятельная работа 6.** Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение курсового проекта (2 часа).

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

### **Тема 7. Приборы и системы автоматического регулирования тепловых пунктов**

**Лекция 18.** Приборы и системы автоматического регулирования отпуска тепловой энергии, применяемые в центральных тепловых пунктах (2 часа).

**Практическое занятие 18.** Выбор элементов оборудования систем автоматического регулирования (2 часа).

**Самостоятельная работа 7.** Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение курсового проекта. Подготовка к защите курсового проекта (2 часа).

**Текущий контроль** – устный опрос и выполнение заданий в письменной форме при проведении практического занятия, допуск к защите и защита курсового проекта.

Практические занятия (в количестве 12 часов) проводятся в интерактивной форме (в начале каждого практического занятия преподаватель формулирует для студентов 2-3 вопроса, ответы на которые он хотел бы обсудить с ними в конце занятия на основе изученного материала).

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

Изучение дисциплины заканчивается сдачей экзамена. Экзамен 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 к курсовому проекту по дисциплине «Источники и системы теплоснабжения. Часть 2: Системы теплоснабжения потребителей тепла».

### **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: ОПК-1, ПК-1 и 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, самостоятельная работа студентов).
3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе выполнения и защиты курсового проекта и успешной сдачи экзамена.

## 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 трехуровневой 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 ОПК-1 – «способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в расчетно-пояснительной записке курсового проекта. Ответы студента на вопросы во время проведения практических занятий и защиты курсового проекта.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- основных методов и способов получения, хранения и обработки информации;
- способов применения средств вычислительной техники и сетевых технологий для работы с информацией;

**умения:**

- использовать информационные технологии и средства получения, переработки и хранения информации для решения технических задач в области теплоэнергетики и тепло-техники;
- использовать компьютерные системы и сетевые технологии для работы с информацией в своей предметной области;

присутствие **навыка:**

- владения основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки и анализа информации для решения задач в области теплоэнергетики и теплотехники;
- использования компьютера для работы с информацией при достижении поставленных целей.

Для оценки формирования в рамках данной дисциплины компетенции ПК-1 – «способность участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в расчетно-пояснительной записке курсового проекта. Ответы студента на вопросы во время проведения практических занятий, защиты курсового проекта и сдачи экзамена.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- нормативных и правовых документов, используемых при решении задач в области теплоэнергетики и теплотехники;
- правовых ограничений использования нормативных документов в своей предметной области;

**умения:**

- находить необходимые нормативные и правовые документы, используемые при решении поставленных задач;
- обоснованно применять, в рамках правовых ограничений, нормативные документы в своей предметной области;

присутствие **навыка:**

- работы с нормативными и правовыми документами в области теплоэнергетики и теплотехники при решении проектно-конструкторских задач.

Для оценки формирования в рамках данной дисциплины компетенции ПК-2 – «способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в курсовом проекте студента. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – **практических занятиях**.

Принимается во внимание **знание** обучающимися:

- методов расчета по типовым методикам источников и систем теплоснабжения;
- проектирования узлов и агрегатов систем теплоснабжения с использованием стандартных средств автоматизированного проектирования;

**умения:**

- рассчитывать параметры функционирования элементов и систем теплоснабжения;
- оценивать возможность использования источников и систем теплоснабжения, спроектированных в соответствии с техническим заданием;

присутствие **навыка:**

- владения типовыми методиками расчета и проектирования элементов и узлов систем теплоснабжения и владения современными методами научных исследований в области теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий.

Критерии оценивания уровня формирования компетенции в результате выполнения заданий на практических занятиях и защиты курсового проекта.

Критерии оценивания уровня формирования компетенции ОПК-1 «способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых тех-

нологий», ПК-1 «способность участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией» и ПК-2 «способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием» в результате выполнения заданий на практических занятиях, защиты курсового проекта и сдачи экзамена.

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

Способность называть при устном ответе основные тенденции и технические аспекты развития источников и систем теплоснабжения, объяснить принципы функционирования, и рассчитать показатели отдельных элементов рассматриваемых объектов – соответствует пороговому уровню формирования компетенции на данном этапе ее формирования; в дополнение к пороговому самостоятельно анализировать технические и экологические аспекты функционирования источников и систем теплоснабжения потребителей тепла – соответствует продвинутому уровню; в дополнение к продвинутому способен самостоятельно выполнить сравнительный анализ, подтвержденный техническими расчетами, применения в конкретных условиях различных вариантов систем теплоснабжения – соответствует эталонному уровню.

Способность самостоятельно подобрать литературу для выполнения курсового проекта, правильно оформить результаты научного исследования, соответствующего теме работы и в логичной и законченной форме изложить результаты исследования – соответствует пороговому уровню формирования компетенции на данном этапе ее формирования; в дополнение к пороговому уровню - показать в работе способность к самостоятельному анализу технической и экологической проблематики в рамках темы курсового проекта, развернутому сравнительному анализу точек зрения различных авторов на тематику исследования – соответствует продвинутому уровню; в дополнение к продвинутому уровню – способность предложить и обосновать на основании результатов исследования, выполненного в курсовом проекте свою точку зрения на рассматриваемую проблематику – 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 экзамен с оценкой оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Экзамен по дисциплине «Источники и системы теплоснабжения. Часть I: Источники производства тепла» 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 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 выносятся оценка экзамена по дисциплине за 7 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**

Задание на выполнение курсового проекта по дисциплине.

**Цель** выполнения курсового проекта заключается в формировании знаний и умений, необходимых для выполнения расчетов и определения максимальных тепловых нагрузок, покрываемых источником теплоты и системой теплоснабжения, расчета тепловой схемы производственной паровой котельной и выбора основного и вспомогательного оборудования, выполнения гидравлического расчета закрытых водяных тепловых сетей.

**Задание** на курсовой проект:

1. Для исходных данных выполнить расчет по определению количества теплоты, необходимого на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение (ГВС) для промышленного предприятия и жилищно-коммунального сектора.
2. По рассчитанному количеству теплоты построить график продолжительности тепловых нагрузок. Выполнить расчет годовых расходов теплоты на отопление, вентиляцию и ГВС потребителей.
3. Для заданной тепловой схемы производственной котельной произвести расчет тепловой схемы с определением необходимых расходов тепловых и материальных потоков на технологические и внутрикотельные нужды.
4. По результатам расчета тепловой схемы произвести выбор основного и вспомогательного оборудования котельной: котлоагрегаты, деаэрационные установки, редукционно-охладительную установку, насосное оборудование (питательный, подпиточный, конденсатный насосы и насос сырой воды).
5. Выполнить тепловой расчет подогревателя сетевой воды (ПСВ) с определением поверхности теплообмена и произвести выбор стандартного ПСВ.
6. Представить тепловую схему производственной котельной и спецификацию выбранного оборудования на первом листе графической части формата А2.

7. Для заданной конфигурации закрытой водяной тепловой сети выполнить гидравлический расчет с определением стандартных диаметров трубопроводов и потерь давления на каждом участке.
  8. По результатам гидравлического расчета тепловой сети произвести выбор сетевого насоса с учетом необходимого располагаемого напора у потребителей и построить пьезометрический график.
- Представить схему тепловой сети и пьезометрический график на втором листе графической части формата А2.

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

1. Классификация систем теплоснабжения.
2. Закрытые водяные системы теплоснабжения. Достоинства и недостатки. Способы присоединения потребителей к закрытым системам теплоснабжения.
3. Открытые водяные системы теплоснабжения. Достоинства и недостатки. Способы присоединения потребителей к открытым системам теплоснабжения.
4. Паровые системы теплоснабжения. Достоинства и недостатки. Способы присоединения потребителей к паровым системам теплоснабжения.
5. Выбор теплоносителя и системы теплоснабжения. Основные преимущества воды как теплоносителя по сравнению с паром.
6. Классификация центральных котельных.
7. Тепловой расчет котельной. Для каких характерных режимов производится расчет тепловой схемы котельной?
8. Принципиальная тепловая схема водогрейной котельной.
9. Принципиальная тепловая схема двухконтурной водогрейной котельной.
10. Основное и вспомогательное оборудование водогрейных котельных.
11. Принципиальная тепловая схема производственной паровой котельной (однодеаэрационная схема).
12. Принципиальная тепловая схема двухдеаэрационной производственной паровой котельной.
13. Основное и вспомогательное оборудование паровых котельных.
14. Принципиальная тепловая схема комбинированной (паро-водогрейной) котельной.
15. Основное и вспомогательное оборудование комбинированных (паро-водогрейных) котельных.
16. Компоновка оборудования центральных котельных (водогрейной, паровой, комбинированной).
17. Методы регулирования тепловой нагрузки.
18. Температурный график сетевой воды при качественном регулировании.
19. Построение температурного графика сетевой воды при качественном регулировании тепловой нагрузки.
20. Задачи гидравлического расчета. Основные расчетные зависимости гидравлического расчета водяных тепловых сетей. Линейное и местное падение давления.
21. Схемы и конфигурации тепловых сетей.
22. Пьезометрический график. Принципы его построения.
23. Основные требования к режиму давлений водяных тепловых сетей.
24. Определение параметров сетевых и подпиточных насосов.
25. Оборудование тепловых сетей. Трасса и профиль теплопроводов.
26. Конструкции теплопроводов. Основные требования, предъявляемые к теплопроводам.
27. Подземные теплопроводы: в проходных, полупроходных и непроходных каналах.

28. Бесканальные теплопроводы.
29. Надземные теплопроводы.
30. Опоры.
31. Компенсация температурных удлинений теплопроводов. Типы компенсаторов.
32. Центральные тепловые пункты. Назначение.
33. Схема центрального теплового пункта.
34. Приборы и системы автоматического регулирования отпуска тепловой энергии, применяемые в центральных тепловых пунктах.

#### **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 к курсовому проекту по дисциплине «Источники и системы теплоснабжения. Часть 2: Системы теплоснабжения потребителей тепла». В них содержатся методические рекомендации по выполнению курсового проекта, исходные данные и контрольные вопросы к защите.

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

#### **а) основная литература**

1. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети / 9-е издание, стереотипное [Электронный ресурс]: учебник для вузов. - Электрон. дан. - М.: Издательский дом МЭИ, 2009 - 472 с. - Режим доступа: <http://www.nelbook.ru/?book=140> - Загл. с экрана.
2. 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> - Загл. с экрана.
3. Трухний А.Д., Поваров О.А., Изюмов М.А., Малышенко С.П. Основы современной энергетики. Том 1. Современная теплоэнергетика [Электронный ресурс]: учебник для вузов. - Электрон. дан. - М.: Издательский дом МЭИ, 2011 - 472 с. - Режим доступа: <http://www.nelbook.ru/?book=83> - Загл. с экрана.

#### **б) дополнительная литература**

1. Теплоэнергетика и теплотехника. Книга 4: Промышленная теплоэнергетика и теплотехника / Четвертое издание, стереотипное / под общ. ред. А.В. Клименко, В.М. Зорина [Электронный ресурс]: справочник. - Электрон. дан. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 632 с. - Режим доступа: <http://www.nelbook.ru/?book=149> - Загл. с экрана.
2. Таранова Л.В. Теплообменные аппараты и методы их расчета: учебное пособие [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Электрон. дан. - Тюмень: ТюмГНГУ (Тюменский государственный нефтегазовый университет), 2009 - 153 с. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=28331](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=28331) - Загл. с экрана.
3. Зарянкин А.Е. Механика несжимаемых и сжимаемых жидкостей [Электронный ресурс]: учебник для вузов. - Электрон. дан. - М.: Издательский дом МЭИ, 2014 - 590 с. - Режим доступа: <http://www.nelbook.ru/?book=226> - Загл. с экрана.

### **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 лекции и практические занятия каждую учебную неделю и консультации по выполнению курсового проекта один раз в две недели. Изучение курса завершается экзаменом. Успешное изучение курса требует активной работы студента, а также выполнения и защиты курсового проекта, 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 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 объем 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 участию в диспуте 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.

При подготовке к **экзамену** в дополнение к изучению конспектов лекций и учебных пособий необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. При подготовке нужно изучить теорию вопросов выносимых на экзамен и уметь представить все связанные с ними практические аспекты, рассмотренные на практических (семинарских) и лабораторных 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 выполнении **курсового проекта** предусматривается использование персональных компьютеров и информационного ресурса интернет.

к.т.н., доцент



В.А. Галковский

зав. кафедрой ПТЭ

к.т.н., доцент



В.А. Михайлов

Программа одобрена на заседании кафедры ПТЭ от 16 ноября 2015, протокол № 4.