

**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**

**ТЕПЛОМАССОБМЕН**

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

**Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

**Бакалаврская программа: Энергообеспечение предприятий**

**Уровень высшего образования: бакалавриат**

**Нормативный срок обучения: 5 лет**

**Форма обучения: заочная**

**Смоленск – 2016 г.**

Б1.Б.14

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

**Целью освоения дисциплины** является подготовка обучающихся к 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-2 - способностью демонстрировать базовые знания в области естественно-научных дисциплин и готовность использовать основные законы в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
- ПК-4 – способностью к проведению экспериментов по заданной методике и анализу результатов с привлечением соответствующего математического аппарата.

В результате изучения дисциплины студент должен:

### **Знать:**

- естественную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности (ОПК-2);
- основные положения теплопроводности, конвекции и лучистого теплообмена; основные подходы к формализации и моделированию тепломассообменных процессов; постановку и методы решения задач по определению теплового потока ; методы теоретического и экспериментального исследования теплообменных процессов в теплотехническом оборудовании (ОПК-2);
- основы проведения экспериментов для различных условий тепло- и массообмена по заданным методикам и анализу результатов с привлечением соответствующего математического аппарата (ПК-4).

### **Уметь:**

- использовать базовые знания в области естественно- научных дисциплин для выполнения расчетов тепломассообменных процессов; выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих при рассмотрении вопросов теплопроводности, конвекции, лучистого теплообмена, сложных видов теплообмена, а также процессов тепломассобмена и процессов с изменением агрегатного состояния веществ, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2);
- проводить эксперименты по заданной методике и анализировать результаты с привлечением соответствующего математического аппарата (ПК-4);

### **Владеть:**

- способностью демонстрировать базовые знания в области естественно-научных дисциплин и использовать основные законы в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);
- соответствующим физико-математическим аппаратом для выполнения расчетов тепломассообмена в элементах теплотехнического оборудования; методологией современных подходов к моделированию процессов тепломассообмена (ОПК-2);

#### Б1.Б.14

- методиками проведения экспериментов по изучению процессов тепломассообмена и анализа результатов с привлечением соответствующего физико-математического аппарата (ПК-4);
- готовностью анализировать научно-техническую информацию (ПК-4).

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части дисциплин цикла Б1 образовательной программы подготовки бакалавров по бакалаврской программе «Энергообеспечение предприятий», направления «Теплоэнергетика и теплотехника».

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки в соответствии с ОПК-2, формируемые следующими предшествующими дисциплинами:

Б1.Б.4	Высшая математика
Б1.Б.5	Физика
Б1.Б.6	Химия
Б1.Б.9	Техническая термодинамика
Б1.Б.20	Теоретическая механика
Б1.В.ОД.14	Материаловедение. Технология конструкционных материалов
Б1.В.ДВ.2.1	Метрологические измерения в теплоэнергетике и теплотехнике
Б1.В.ДВ.2.2	Теория теплопроводности
Б1.В.ОД.1	Введение в теплоэнергетику
Б1.В.ОД.13	Гидрогазодинамика
Б1.В.ДВ.3.1	Численные методы моделирования процессов теплоэнергетики и теплотехники
Б1.В.ДВ.3.2	Теория подобия и моделирования процессов теплоэнергетики и теплотехники

Приобретенные в результате изучения дисциплины «Тепломассообмен» знания, умения и навыки являются неотъемлемой частью формируемых у выпускника компетенций ОПК-2 в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника» и будут использованы при изучении последующих учебных дисциплин:

Б1.В.ОД.3	Котельные установки и парогенераторы
Б1.В.ОД.9	Электроснабжение промышленных предприятий
Б1.В.ОД.10	Электропривод на объектах теплоэнергетики
Б1.В.ДВ.4.1	Физико-химические основы подготовки воды и топлива
Б1.В.ДВ.4.2	Воднохимический баланс систем очистки источников теплоты
Б1.В.ДВ.5.1	Основы трансформации тепла
Б1.В.ДВ.5.2	Системы хладоснабжения объектов теплоэнергетики
Б1.В.ДВ.7.1	Теплогенерирующие установки промышленных предприятий
Б1.В.ДВ.7.2	Утилизация высокотемпературных вторичных энергоресурсов промышленных предприятий

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки в соответствии с ПК-4, формируемые следующими предшествующими дисциплинами:

Б1.Б.9	Техническая термодинамика
Б1.В.ДВ.2.1	Метрологические измерения в теплоэнергетике и теплотехнике
Б1.В.ДВ.2.2	Теория теплопроводности

#### Б1.Б.14

Приобретенные в результате изучения дисциплины «Тепломассообмен» знания, умения и навыки являются неотъемлемой частью формируемых у выпускника компетенций ПК-4 в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника» и будут использованы при изучении последующих учебных дисциплин:

Б1.Б.13	Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов
Б1.В.ОД.5	Нагнетатели и тепловые двигатели
Б1.В.ДВ.5.1	Основы трансформации тепла
Б1.В.ДВ.5.2	Системы хладоснабжения объектов теплоэнергетики
Б2.П.3	Научно-исследовательская работа
Б3	Государственная итоговая аттестация

Знания, полученные студентами в результате изучения дисциплины необходимы при написании выпускной бакалаврской работы 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

В соответствии с учебным планом изучение дисциплины «Тепломассообмен» продолжается в течение 3, 4 курсов.

#### 3 курс

##### Аудиторная работа

Цикл:	Б1	Семестр
Часть цикла:	Базовая	
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Б.10	
Часов (всего) по учебному плану:	180	3 курс
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	5	3 курс
Лекции (ЗЕТ, часов)	8/36; 8	3 курс
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	8/36; 8	3 курс
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	4/36; 4	3 курс
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	156/36; 156	3 курс
Зачет с оценкой (ЗЕТ, часов)	4/36, 4	3 курс

##### Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	1,0, 36
Подготовка к практическим занятиям (пз)	0,25, 9
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (лаб)	0,25, 9
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	66/36, 66
Выполнение курсового проекта (работы)	-
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	
Подготовка к контрольным работам	-

**Б1.Б.14**

Подготовка к тестированию	-
Подготовка к зачету	1,0, 36
Всего:	156/36, 156
Подготовка к экзамену	

**4 курс**

**Аудиторная работа**

Цикл:	Б1	Семестр
Часть цикла:	Базовая	
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Б.10	
Часов (всего) по учебному плану:	216	4 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	4 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	4/36; 4	4 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	12/36; 12	4 семестр
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	6/36; 6	4 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	181/36; 181	4 семестр
Экзамен (ЗЕТ, часов)	0,25, 9	4 семестр

**Самостоятельная работа студентов**

Вид работ	Трудоемкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	55/36, 55
Подготовка к практическим занятиям (пз)	1,0, 36
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (лаб)	0,5, 18
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	-
Выполнение курсового проекта (работы)	1,0, 72
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	
Подготовка к контрольным работам	-
Подготовка к тестированию	-
Подготовка к зачету	-
Всего:	181/36, 181
Подготовка к экзамену	0,25, 9

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

**3 курс**

№ п/п	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах)				
			лк	пр	лаб	КР	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8
1	<b>Тема 1. Теплопроводность при стационарном режиме.</b>	92	4	4	4		80

Б1.Б.14

2	<b>Тема 2. Теплопроводность при нестационарном режиме.</b>	55	2	2	-		51
3	<b>Тема 3. Основные положения конвективного теплообмена.</b>	32	2	2	-		25
<b>всего 180 часов по видам учебных занятий (включая 6 часа на подготовку к зачету)</b>			8	8	4		156

## Содержание по видам учебных занятий

### Тема 1. Теплопроводность при стационарном режиме.

**Лекция 1.** Основы теории теплопроводности. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. (1 час).

**Лекция 2.** Теплопроводность при стационарном режиме. Теплопроводность плоской стенки. Теплопередача. Коэффициент теплопередачи. (1 час).

**Лекция 3.** Теплопроводность цилиндрической стенки. Критический диаметр цилиндрической стенки. (1 час).

**Лекция 4.** Теплопроводность при наличии внутренних источников теплоты. (1 час).

**Практическое занятие 1.** Теплопроводность и теплопередача плоской стенки (стационарный режим). (2 часа).

**Практическое занятие 2.** Теплопроводность и теплопередача цилиндрической стенки (стационарный режим). (2 часа).

**Лабораторная работа 1.** Измерение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала. (4 часа).

**Самостоятельная работа 1.** Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам (всего к теме №1 – 80 часов). Выполнение работ, оформление отчетов по лабораторным работам. Защита лабораторных работ. Выполнение расчетно-графической работы.

**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 2. Теплопроводность при нестационарном режиме.

**Лекция 5.** Теплопроводность при нестационарном режиме. Процесс нагревания (охлаждения) тонкой пластины. Числа Био и Фурье. Нестационарная теплопроводность цилиндра и шара. (2 часа).

**Практическое занятия 3.** Теплоотдача пластины при нестационарном режиме. (1 час).

**Практическое занятия 4.** Теплоотдача тел конечных размеров при нестационарном режиме. (1 час).

**Самостоятельная работа 2.** Подготовка к практическим занятиям (всего к теме №2 – 51 час). Выполнение расчетно-графической работы.

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

### Тема 3. Основные положения конвективного теплообмена.

Б1.Б.14

**Лекция 6.** Конвективный теплообмен: основные понятия и определения. Теплоотдача. Понятие гидродинамического и теплового пограничного слоя. Теплообмен при турбулентном и ламинарном течении. (2 часа).

**Практическое занятия 5.** Критерии подобия. (2 часа).

**Самостоятельная работа 3.** Подготовка к практическим занятиям (всего к теме №3 – 25 часов). Выполнение расчетно-графической работы.

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

#### 4 курс

№ п/п	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебной занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах)				
			лк	пр	лаб	КР	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8
1	<b>Тема 4. Теплопередача при свободном и вынужденном движении.</b>	81	1	4	6		70
2	<b>Тема 5. Теплообмен при фазовых переходах.</b>	43	1	2	-		40
3	<b>Тема 6. Массообмен.</b>	22,5	0,5	2	-		20
4	<b>Тема 7. Теплообмен излучением.</b>	47	1	2		4	40
5	<b>Тема 8. Теплообменные аппараты</b>	13,5	0,5	2			11
<b>всего 216 часов по видам учебных занятий (включая 9 часов на подготовку к экзамену)</b>			4	12	6	4	181

#### Содержание по видам учебных занятий

##### Тема 4. Теплопередача при свободном и вынужденном движении.

**Лекция 1.** Теплоотдача при свободном и вынужденном движении жидкости. (1 час).

**Практическое занятия 1.** Теплоотдача при свободной конвекции. (2 часа).

**Практическое занятия 2.** Теплоотдача при движении потока внутри труб. (2 часа).

**Лабораторная работа 1.** Определение коэффициента теплопередачи при вынужденном движении теплоносителя в трубах. (4 часа).

**Самостоятельная работа 4.** Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам (всего к теме №4 – 70 часов). Выполнение работ, оформление отчетов по лабораторным работам. Защита лабораторных работ. Выполнение курсовой работы.

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

##### Тема 5. Теплообмен при фазовых переходах.



**Лекция 2.** Теплообмен при кипении и конденсации однокомпонентных жидкостей. (1 час).

**Практическое занятия 3.** Теплоотдача при конденсации пара. (1 час).

**Практическое занятия 4.** Теплоотдача при кипении жидкости в большом объеме. (1 час).

**Самостоятельная работа 5.** Подготовка к практическим занятиям (всего к теме №5 – 40 часов). Выполнение курсовой работы.

**Текущий контроль** – устный опрос по теме при подготовке к практическому занятию, промежуточное тестирование. Текущие консультации по курсовой работе.

## **Тема 6. Массообмен.**

**Лекция 3.** Основные понятия тепло- и массообмена двухкомпонентных сред, виды диффузии, закон Фика. Дифференциальные уравнения тепло- и массообмена. Тепло- и массоотдача. Диффузионный пограничный слой. (0,5 часа).

**Практическое занятия 5.** Расчет процессов массообмена. (2 часа).

**Самостоятельная работа 6.** Подготовка к практическим занятиям (всего к теме №5 – 20 часов). Оформление курсовой работы. Подготовка к защите курсовой работы

**Текущий контроль** – устный опрос по теме при подготовке к практическому занятию, промежуточное тестирование. Защита курсовой работы. Текущие консультации по курсовой работе.

## **Тема 7. Теплообмен излучением.**

**Лекция 4.** Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой. Излучательная способность твердых тел и методы ее определения, теплообмен излучением между телом и его оболочкой. (1 час).

**Практическое занятия 6.** Лучисто-конвективный теплообмен. (2 часа).

**Самостоятельная работа 7.** Подготовка к практическим занятиям (всего к теме №7 – 40 часов). Подготовка к текущему тестированию. Подготовка к промежуточной аттестации.

**Текущий контроль** – устный опрос по теме при подготовке к практическому занятию, промежуточное тестирование. Текущие консультации по лекционным материалам и материалам практических занятий.

## **Тема 8. Теплообменные аппараты**

**Лекция 5.** Расчет теплообменных аппаратов с однофазным теплоносителем. Определение температурного напора и коэффициента теплопередачи. (0,5 часа).

**Практическое занятия 7.** Тепловой и гидравлический расчет теплообменников. (2 часа).

**Самостоятельная работа 8.** Подготовка к практическим занятиям (всего к теме №8 – 11 часов). Подготовка к текущему тестированию. Подготовка к промежуточной аттестации.



Б1.Б.14

**Текущий контроль** – устный опрос по теме при подготовке к практическому занятию, промежуточное тестирование. Текущие консультации по лекционным материалам и материалам практических занятий.

#### **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 лабораторным работам,
- 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: ОПК-2: способность демонстрировать базовые знания в области естественно-научных дисциплин и готовность использовать основные законы в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; ПК-4 – способность к проведению экспериментов по заданной методике и анализу результатов с привлечением соответствующего математического аппарата.

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 РГР и КР, успешной сдачи экзаменов.

#### **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.

#### Б1.Б.14

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 ОПК-2 «способность демонстрировать базовые знания в области естественно-научных дисциплин и готовность использовать основные законы в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по лабораторным работам, практическим занятиям, РГР и КР. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах, защитах лабораторных работ и РГР и КР, ответах на практических занятиях.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- естественной сущности проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности;
- основных положений теплопроводности, конвекции и лучистого теплообмена;
- основных подходов к формализации и моделированию тепломассообменных процессов;
- постановку и методы решения задач по определению теплового потока ;
- методы теоретического и экспериментального исследования теплообменных процессов в теплотехническом оборудовании;

наличие **умения**:

- использовать базовые знания в области естественно- научных дисциплин для выполнения расчетов тепломассообменных процессов;
- выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих при рассмотрении вопросов теплопроводности, конвекции, лучистого теплообмена, сложных видов теплообмена, а также процессов тепломассообмена и процессов с изменением агрегатного состояния веществ;
- привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

присутствие **навыка**:

- демонстрировать базовые знания в области естественно-научных дисциплин и использовать основные законы в профессиональной деятельности;
- применения методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
- применения физико-математического аппарата для выполнения расчетов тепломассообмена в элементах теплотехнического оборудования;
- применения современных подходов к моделированию процессов тепломассообмена.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции ПК-4 «способность к проведению экспериментов по заданной методике и анализу результатов с привлечением соответствующего математического аппарата» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по лабораторным работам, практическим занятиям, РГР и КР. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах, защитах лабораторных работ и РГР и КР, ответах на практических занятиях.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- основ проведения экспериментов для различных условий тепло- и массообмена по заданным методикам;

#### Б1.Б.14

- методов анализа результатов с привлечением соответствующего математического аппарата;

наличие **умения:**

- проводить эксперименты по заданной методике;
- анализировать результаты с привлечением соответствующего математического аппарата;

присутствие **навыка:**

- проведения экспериментов по изучению процессов тепломассообмена и анализа результатов с привлечением соответствующего физико-математического аппарата;
- анализировать научно-техническую информацию.

На первом этапе для проверки степени сформированности компетенций ОПК-2: «способность демонстрировать базовые знания в области естественно-научных дисциплин и готовность использовать основные законы в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования»; ПК-4: «способность к проведению экспериментов по заданной методике и анализу результатов с привлечением соответствующего математического аппарата» проводится тестирование. Тест включает 3 вопроса соответствующего направления, при наличии нескольких 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, РГР и КР, лабораторных работ. Основным способом установления уровня сформированности компетенций ОПК-2: «способность демонстрировать базовые знания в области естественно-научных дисциплин и готовность использовать основные законы в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования»; ПК-4: «способность к проведению экспериментов по заданной методике и анализу результатов с привлечением соответствующего математического аппарата» 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 тепломассообмена, приводить простейшие соотношения для расчета теплопроводности, конвекции, теплопередачи, лучистого теплообмена соответствует пороговому уровню сформированности компетенций на данном этапе их формирования, в дополнение к пороговому самостоятельно выполнять расчеты процессов тепломассообмена – соответствует продвинутому уровню; в дополнении к продвинутому способен рассчитывать сложные виды теплообмена, выполнять теплотехнические расчеты теплообменных аппаратов и оценивать методы повышения эффективности процессов тепломассообмена – соответствует эталонному уровню.

Критерии оценки выполнения практических заданий, лабораторных работ и расчетно-графической работы и курсовой 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. Предусмотрена защита лабораторных работ, расчетно-графической работы и КР в устной форме. На защите задается 2 вопроса из примерного перечня, приведенного в методических указаниях.

#### Б1.Б.14

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).

Расчетно-графическая работа на тему «Теплопроводность при стационарном и нестационарном режимах» и курсовая работа на тему «Лучисто-конвективный теплообмен» выполняются в соответствии с индивидуальными заданиями и методическими рекомендациями, приведенные в приложении.

В процессе защиты расчетно-графической работы и курсовой работы студенту задается 2 вопроса из примерного перечня, приведенного в методических указаниях.

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 экзамен, оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Экзамен по дисциплине «Тепломассообмен» 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 отказал-

Б1.Б.14

ся 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 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 профессиональных компетенций, закрепленных за дисциплиной.

1. Передача теплоты при непосредственном соприкосновении тел или внутри твердого тела, обусловленная тепловым движением микрочастиц, называется:

- а) теплоотдачей;
- б) теплопроводностью;
- в) теплопередачей;
- г) температуропроводностью;
- д) тепломассообменом.

2. Существуют следующие физически элементарные способы передачи теплоты:

- а) конвекция, теплопередача, лучистый теплообмен;
- б) теплопроводность, конвективный теплообмен, излучение;
- в) лучистый теплообмен, конвекция, теплопроводность;
- г) теплоотдача, конвекция, лучистый теплообмен.

3. Температурное поле – это:

- а) количество теплоты, передаваемое в единицу времени через единицу поверхности;
- б) геометрическое место точек, имеющих в данный момент времени одинаковую температуру;
- в) совокупность значений температур во всех точках рассматриваемого тела в данный момент времени;
- г) тепловая энергия, передаваемая от одного тела к другому в течение какого-то времени.

4. Изотермические поверхности:

- а) не пересекаются;
- б) пересекаются;
- в) совпадают одна с другой;
- г) замыкаются на себя.

5. Двумерное нестационарное температурное поле можно представить в виде следующей математической зависимости:

- а)  $t = f(x, y, z, \tau)$ ;
- б)  $t = f(x, y, z)$ ;
- в)  $t = f(y, z, \tau)$ ;
- г)  $t = f(x, y, \tau)$ ;
- д)  $t = f(x, y)$ ;
- е)  $t = f(x, z, \tau)$

6. При прохождении теплового потока через однослойную плоскую стенку с постоянным коэффициентом теплопроводности в условиях стационарного теплового режима изменение температуры в стенке будет происходить:

- а) по экспоненте;
- б) по гиперболе;
- в) по логарифмической кривой;



Б1.Б.14

- г) по прямой линии;
  - д) по параболе.
7. Термическое сопротивление плоской стенки представляет собой:
- а) количество теплоты, выделяемой в единице объема в единицу времени;
  - б) падение температуры при прохождении через стенку удельного теплового потока, равного единице;
  - в) количество теплоты, проходящее в единицу времени через единицу поверхности стенки;
  - г) разность температур между наружной и внутренней поверхностями стенки.
8. При нестационарных процессах теплопроводности наиболее быстро температура изменяется:
- а) на поверхности тела;
  - б) в центральной плоскости тела;
  - в) одинаково на поверхности и в центральной плоскости тела;
  - г) в произвольных точках.
9. Конвективный теплообмен – это сложный вид теплообмена, при котором совместно протекают процессы:
- а) теплообмена и массообмена;
  - б) конвекции и теплоотдачи;
  - в) теплопроводности и конвекции;
  - г) теплопередачи и конвекции.
10. В уравнении теплоотдачи Ньютона-Рихмана удельный тепловой поток равен произведению коэффициента теплоотдачи на разность температур:
- а) наружной и внутренней поверхностей стенки;
  - б) горячего и холодного теплоносителей;
  - в) поверхности твердого тела и текущей жидкости;
  - г) внутренней и наружной поверхностей стенки;
  - д) текущей жидкости и поверхности твердого тела.
11. В общем случае значение коэффициента теплоотдачи зависит от следующих величин:
- а) характера течения и скорости движения жидкости;
  - б) коэффициента теплопроводности и коэффициента кинематической вязкости;
  - в) формы и размеров тела;
  - г) плотности жидкости и ее удельной теплоемкости;
  - д) всех вышеперечисленных величин.
12. Для нестационарных процессов конвективного теплообмена критериальное уравнение может быть представлено в виде:
- а)  $Nu = f(Re, Gr, Fo, Pr)$ ;
  - б)  $Nu = f(Pe, Gr, Pr, Bi)$ ;
  - в)  $Nu = f(Pe, Bi, Fo, Pr)$ ;
  - г)  $Nu = f(Re, Gr, Pe, Pr)$ .

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

1. Могут ли изотермические поверхности пересекаться?
2. Достаточно ли знать градиент температурного поля, чтобы определить разность температур между точками поля?
3. Можно ли рассматривать дифференциальное уравнение теплопроводности Фурье как одну из форм закона сохранения энергии?
4. Входят ли физические параметры тела в состав условий однозначности, необходимых для решения дифференциального уравнения теплопроводности?

Б1.Б.14

5. Тождественны ли понятия "условия однозначности" и "краевые условия"?
6. В чем отличие коэффициентов теплопроводности и температуропроводности?
7. Каков характер температурной кривой при постоянном коэффициенте теплопроводности для плоской и цилиндрической стенок?
8. Всегда ли термическое сопротивление теплопередачи больше термического сопротивления стенки?
9. Может ли возрасть тепловой поток через цилиндрическую стенку вследствие увеличения ее толщины, если при этом сохраняются неизменными температура внутреннего слоя стенки, температура окружающей среды, коэффициент теплоотдачи от наружного слоя стенки к окружающей среде?
10. Укажите физический смысл критериев подобия Био и Фурье.
11. Как влияет изменение коэффициента температуропроводности на скорость охлаждения тела?
12. Укажите сущность регулярного режима?
13. Укажите сущность регулярного режима?
14. Какие факторы влияют на интенсивность конвективного теплообмена?
15. Может ли свободная конвекция влиять на теплоотдачу в условиях вынужденного движения?
16. Могут ли совпадать по толщине гидродинамический и тепловой пограничные слои?
17. Объясните содержание трех теорем подобия.
18. Дайте определение критерия подобия и поясните метод их получения из анализа дифференциальных уравнений.
19. Как выбираются определяющие геометрический размер и температура?
20. Укажите условия при выборе критериального уравнения для расчета коэффициента теплоотдачи.
21. Дают ли критериальные уравнения общее решение?
22. Как определяется средний температурный напор в процессах теплоотдачи?
23. Одинаковы ли значения местного и среднего коэффициентов теплоотдачи на участке термической стабилизации?
24. Допускается ли применение расчетных формул, соответствующих течению в круглых трубах, для расчета теплоотдачи при поперечном омывании труб?
25. Одинаковы ли местные коэффициенты теплоотдачи по окружности трубы при поперечном ее омывании жидкостью?
26. Как зависит коэффициент теплоотдачи от угла атаки при поперечном омывании трубы?
27. Как влияет на величину коэффициента теплоотдачи шахматное или коридорное расположение труб в пучке?
28. Почему коэффициент теплоотдачи при конденсации на горизонтальной трубе больше, чем на вертикальной?
29. Как меняется коэффициент теплоотдачи в зависимости от режима кипения?
30. В чем физический механизм I и II кризисов кипения?
31. Как зависит минимальный радиус парового пузыря от температурного напора?
32. Как связаны между собой поглощательная и излучательная способности тела?
33. Дайте определение серого тела и степени черноты.
34. Чем отличаются излучение твердых тел и газов?
35. В каких случаях лучистый теплообмен преобладает над другими процессами теплопереноса?
36. В каких случаях проявляется совместное действие конвективного и лучистого теплообмена?
37. Дайте характеристику основных типов теплообменников и схем движения теплоносителей.
38. Выведите соотношение для среднего температурного напора в случаях прямого и противотока.
39. Сравните эффективность прямоточных и противоточных теплообменных аппаратов.
40. Какие уравнения лежат в основе расчета теплообменников? Дайте их характеристики.



Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы к зачету с оценкой 3 курс и вопросы к экзамену 4 курс).

### 3 курс

1. Законы теплопроводности
2. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
3. Условия однозначности в задачах теплопроводности.
4. Теплопроводность плоской стенки (стационарный режим).
5. Теплопроводность многослойной стенки.
6. Теплопередача через плоскую стенку.
7. Теплопроводность цилиндрической стенки (гран. Условия 1 рода).
8. Теплопередача через цилиндрическую стенку (гран. Условия 2 рода).
9. Критический диаметр цилиндрической стенки.
10. Передача теплоты через шаровую стенку.
11. Обобщенный метод решения задач теплопроводности.
12. Пути интенсификации процесса теплопередачи.
13. Теплопроводность в стержне постоянного сечения.
14. Теплопроводность через ребренную стенку.
15. Теплопроводность однородной пластины при наличии внутренних источников теплоты.
16. Теплопроводность цилиндрического стержня при наличии внутренних источников теплоты.
17. Теплопроводность цилиндрической стенки при наличии внутренних источников теплоты.
18. Процесс нагревания тонкой пластины (нестационарный).
19. Охлаждение бесконечно длинного цилиндра (нестационарный режим).
20. Охлаждение шара (нестационарный режим).
21. Охлаждение тел конечных размеров.
22. Охлаждение тел в зависимости от их формы и размеров.
23. Регулярный режим охлаждения.
24. Приближенные методов решения задач теплопроводности.
25. Метод аналогий в задачах теплопроводности.
26. Основные понятия конвективного теплообмена.
27. Уравнение энергии конвективного теплообмена.
28. Уравнение движения конвективного теплообмена.
29. Уравнение сплошности и условия однозначности при конвективном теплообмене.
30. Гидродинамический и тепловой погранслои.
31. Турбулентный перенос теплоты и количества движения.
32. Приведение краевой задачи к безразмерным переменным
33. Числа и уравнение подобия.
34. Условия подобия.
35. Моделирование процессов конвективного теплообмена.
36. Определение средней температуры и теплового потока.
37. Осреднение коэффициентов теплоотдачи температурного напора и получение эмпирических формул.

#### 4 курс

1. Теплоотдача при свободном движении жидкости. Ламинарное движение вдоль вертикальной пластины.
2. Теплообмен в ограниченном пространстве.
3. Теплоотдача при вынужденном продольном омывании плоской поверхности (ламинарный погранслои).
4. Переход ламинарного течения в турбулентное и теплоотдача при турбулентном погранслое.
5. Гидродинамическая и тепловая стабилизация при вынужденном течении в трубах.
6. Коэффициент теплоотдачи трубы при ламинарном и турбулентном режимах.
7. Теплоотдача в некруглых, изогнутых и шероховатых трубах.
8. Теплоотдача при вынужденном поперечном омывании одиночной круглой трубы.
9. Поперечное омывание пучков труб.
10. Уравнения теплового расчета теплообменных аппаратов.
11. Нахождение средней разности температур при расчете теплообменных аппаратов.
12. Расчет конечных температур при расчете теплообменных аппаратов.
13. Основные положения при конденсации и кипении.
14. Теплообмен при пленочной конденсации неподвижного пара.
15. Теплообмен при пленочной конденсации движущегося пара внутри труб.
16. Теплообмен при пленочной конденсации движущегося пара на горизонтальных трубах и пучках труб.
17. Механизм теплообмена при пузырьковом кипении жидкости.
18. Теплообмен при пузырьковом кипении жидкости в неограниченном объеме.
19. Теплообмен при кипении жидкости внутри труб.
20. Кризисы кипения.
21. Основные понятия и законы тепло- и массообмена в двухкомпонентных средах.
22. Уравнение массообмена.
23. Уравнение энергии при массообмене.
24. Тепло- и массоотдача.
25. Тепло- и массообмен при конденсации пара из парогазовой смеси.
26. Тепло- и массообмен при испарении жидкости в парогазовую среду.
27. Тепло- и массообмен при химических превращениях.
28. Основные законы теплового излучения.
29. Закон Планка.
30. Законы Стефана-Больцмана и Кирхгофа.
31. Закон Ламберта. Черные температуры.
32. Теплообмен излучением в системе тел с плоско-параллельными поверхностями.
33. Излучательная способность твердых тел и методы ее определения.
34. Теплообмен излучением между телом и его оболочкой.
35. Угловые коэффициенты излучения.
36. Геометрические свойства лучистых потоков.
37. Исследование лучистого теплообмена в произвольной замкнутой системе.
38. Теплообмен в поглощающих средах.
39. Сложный теплообмен.
40. Критерии радиационного подобия.

Первый, второй вопросы в экзаменационном билете студента – вопрос по лекционному материалу (по семестрам). Третий вопрос – задачи, подходы к решению которых рассматривались на практических занятиях и при выполнении РГР и КР.

## **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 «Тепломассообмен», в которые входят методические рекомендации к выполнению лабораторных работ и заданий на самостоятельную работу во время практических занятий и заданий РГР и КР (приложение 1 к настоящей РПД).

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

### **а) основная литература**

1. Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А. Тепломассообмен. [Электронный ресурс] – М.: Изд-во МЭИ, 2011.-562 с. Режим доступа: <http://www.nelbook.ru/?book=155>
2. Круглов Г.А. Теплотехника. [Электронный ресурс]: учебное пособие/Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова. – Электрон. Дан. – СПб.: Лань, 2012. – 208 с. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=3900](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=3900)
3. Кудинов А.А. Тепломассообмен. –М.: ИНФРА-М, 2012.
4. Архипов В. С. Физико-химические основы процессов тепломассообмена [Электронный ресурс]: учебное пособие. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015.-199. Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=442086&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=442086&sr=1)

### **б) дополнительная литература**

1. Логинов. В.С. Примеры и задачи по тепломассообмену. [Электронный ресурс]: учебное пособие/В.С. Логинов, Крайнов А.В., В.Е. Юхнов и др.. – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2011. – 256 с. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=1553](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=1553)
2. Павлова И.Б. Теплопроводность при стационарном режиме в многослойной плоской стенке [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. – Электрон. дан. –М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э.Баумана), 2010 – 16 с. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=52190](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=52190)
3. Таранова Л.В. Теплообменные аппараты и методы их расчета: учебное пособие. [Электронный ресурс]: учебное пособие – Электрон. Дан. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2009. – 153 с. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=28331](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=28331)

## **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.

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

#### Б1.Б.14

Дисциплина предусматривает лекции, практические занятия и лабораторные работы. Изучение курса продолжается в течение 4,5 семестров и завершается экзаменами в 4,5 семестрах.

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях и лабораторных работах, 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 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 конспекты лекций и методические указания, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

За 10 мин до окончания занятия преподаватель проверяет объем 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.

**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 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 к оформлению 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 исследовательские 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.

Порядок проведения **лабораторных работ** в целом совпадает с порядком проведения практических занятий. 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 измерений, правильной интерпретации полученных результатов и усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия.

При подготовке к зачету с оценкой и **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 нескольким типовым задачам из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

Б1.Б.14

**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.

При проведении **лабораторных работ** предусматривается выполнение работ на лабораторных стендах, размещенных в специализированной лаборатории (ауд 424).

## 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.

**Лабораторные работы** по данной дисциплине проводятся в специализированной лаборатории (ауд. 424).

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 2016 года, протокол № 1.