

**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.

**Изменения и дополнения к  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ТЕОРИЯ ПОДРБИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕ-  
ТИКИ И ТЕПЛОТЕХНИКИ**

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

**Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

**Бакалаврская программа: Энергообеспечение предприятий**

**Уровень высшего образования: бакалавриат**

**Нормативный срок обучения: 4 года**

**Смоленск – 2016 г.**

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части Б1.В.ДВ.3.2 цикла Б1.В.ДВ- дисциплины по выбору, программы подготовки бакалавров по бакалаврской программе «Энергообеспечение предприятий», направления «Теплоэнергетика и теплотехника».

В соответствии с учебным планом по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника» дисциплина «Численные методы моделирования процессов теплоэнергетики и теплотехники» базируется на следующих дисциплинах:

- Б1.Б.4 «Высшая математика»;
- Б1.Б.9 «Техническая термодинамика»;
- Б1.Б.5 «Физика»;
- Б1.В.ДВ.2.1 «Метрологические измерения в теплоэнергетике и теплотехнике»;
- Б1.В.ДВ.2.2 «Теория теплопроводности»;
- Б1.Б.7 «Информационные технологии в теплоэнергетике»;
- Б1.Б.8 «Инженерная и компьютерная графика»;
- Б1.Б.6 «Химия»;
- Б1.В.ОД.1.4 «Материаловедение. Технология конструкционных материалов»;
- Б1.В.ОД.1.3 «Гидрогазодинамика»;
- Б1.В.ОД.1.1 «Прикладная механика»;
- Б1.В.ОД.1 «Введение в теплоэнергетику»;

Приобретенные в результате изучения дисциплины «Численные методы моделирования процессов теплоэнергетики и теплотехники» знания, умения и навыки являются неотъемлемой частью формируемых у выпускника компетенций в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника» и будут использованы при изучении дисциплин:

- Б1.В.ОД.6 «Источники и системы теплоснабжения. Часть 1: Источники производства тепла»;
- Б1.В.ОД.7 «Источники и системы теплоснабжения. Часть 2: Системы теплоснабжения потребителей тепла»;
- Б1.Б.10 «Тепломассообмен»;
- Б1.В.ОД.3 «Котельные установки и парогенераторы»;
- Б1.В.ОД.15 «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 «Водохимический 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».

Знания, полученные в результате освоения данной дисциплины необходимы при выполнении научно-исследовательской работы, 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

#### Аудиторная работа

Цикл:	Б1.В.ДВ	Семестр
Часть цикла:	дисциплины по выбору	
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.ДВ.3.2	
Часов (всего) по учебному плану:	144	4 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	4	4 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	1, 36	4 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	0.5, 18	4 семестр
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	0.5, 18	4 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	1, 36 (РГР- 1,36)	4 семестр
Экзамен (ЗЕТ, часов)	-	4 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)	0.25, 9
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	-
Выполнение курсового проекта (работы)	-
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	0.125, 4.5
Подготовка к контрольным работам	-
Подготовка к тестированию	-
Подготовка к зачету	0.25, 9
Всего:	1, 36
Подготовка к экзамену	-

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

№ п/п	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах)				
			лк	пр	лаб	СРС	в т.ч. интеракт.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	<b>Тема 1. Основные этапы математического моделирования. Теоретические основы теории подобия.</b>	8	4	2	-	2	1

2	<b>Тема 2. Основы моделирования теплоэнергетических систем.</b>	8	4	2	-	2	1
3	<b>Тема 3. Численные методы решения линейных уравнений и систем линейных уравнений.</b>	36	8	2	12	14	4
4	<b>Тема 4. Численные методы решения систем нелинейных уравнений.</b>	20	4	2	6	8	3
5	<b>Тема 5. Методы приближения функций.</b>	14	4	4	-	6	2
6	<b>Тема 6. Моделирование теплоэнергетических и теплотехнических процессов.</b>	22	12	6	-	4	1
<b>всего 144 часа по видам учебных занятий (РГР – 36 часов)</b>			<b>36</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>12</b>

## Содержание по видам учебных занятий

### Тема 1. Основные этапы численного моделирования.

**Лекция 1.** Математическое и физическое моделирование. Сравнительная характеристика и основные этапы математического и физического моделирования. Численные методы и их значение при математическом моделировании. (2 часа).

**Лекция 2.** Теоретические основы теории подобия: теорема Ньютона, теорема Бикенгема, теорема Карпичева-Гухмана. (2 часа).

**Практическое занятие 1.** Теоретические основы теории подобия: теорема Ньютона, теорема Бикенгема, теорема Карпичева-Гухмана. (2 часа).

**Самостоятельная работа 1.** Проработка лекционного материала. Подготовка к практическому занятию. (2 часа).

**Текущий контроль** – устный опрос в процессе практического занятия.

### Тема 2. Численные методы решения алгебраических и трансцендентных уравнений.

**Лекция 3.** Особенности теплоэнергетических систем промышленных предприятий. Критерии эффективности. Система уравнений балансов для теплоэнергетических систем. Установление граничных условий. (2 часа).

**Лекция 4.** Основы теории графов. Графаналитическое моделирование. Поточные параметрические графы. (2 часа).

**Практическое занятие 2.** Основы теории графов. Построение поточных параметрических графов для теплоэнергетических систем. (2 часа).

**Самостоятельная работа 2.** Проработка лекционного материала. Подготовка к практическому занятию. (2 часа).

**Текущий контроль** – устный опрос в процессе практического занятия.

### Тема 3. Численные методы решения линейных уравнений и систем линейных уравнений.

**Лекция 5.** Метрические пространства и принцип сжимающих отображений. Алгоритм решения линейного уравнения методом простой итерации. Скорость сходимости итерационного процесса. (2 часа).

**Лекция 6.** Методы решения линейных уравнений: метод хорд; метод касательных. Погрешности численных методов при решении линейных уравнений. (2 часа).

**Лекция 7.** Метод простой итерации для решения уравнения  $F(x)=x$ . (2 часа).

**Лекция 8.** Алгоритм решения системы линейных уравнений методом простой итерации. Метод Зейделя. (2 часа).

**Практическое занятие 3.** Методы решения линейных уравнений. (2 часа).

**Практическое занятие 4.** Метод простой итерации для решения уравнения  $F(x)=x$ . Метод Зейделя. (2 часа).

**Лабораторная работа 1.** Аппроксимация характеристики нагнетательной установки по методу наименьших квадратов. (6 часов).

**Лабораторная работа 2.** Расчет на ЭВМ характеристики сети насосной установки. (6 часов).

**Самостоятельная работа 3.** Проработка лекционного материала. Подготовка к практическому занятию. Выполнение РГР. Оформление и подготовка к защите лабораторных работ. (14 часов).

**Текущий контроль** – устный опрос при допуске к лабораторным работам, их защите и в процессе практического занятия.

#### **Тема 4. Численные методы решения систем нелинейных уравнений.**

**Лекция 9.** Алгоритм метода простой итерации при решении системы нелинейных уравнений. (2 часа).

**Лекция 10.** Применение метода Ньютона при решении системы нелинейных уравнений. Оценка погрешностей, возникающих при решении систем нелинейных уравнений. (2 часа).

**Практическое занятие 4.** Применение метода Ньютона при решении систем нелинейных уравнений. (2 часа).

**Лабораторная работа 3.** Определение рабочей точки насосной установки. (6 часов).

**Самостоятельная работа 4.** Проработка лекционного материала. Подготовка к практическому занятию. Оформление и подготовка к защите лабораторных работ. Выполнение РГР. (8 часов).

**Текущий контроль** – устный опрос при проведении практического занятия, допуска к лабораторным работам и их защите.

#### **Тема 5. Методы приближения функций.**

**Лекция 11.** Постановка задачи аппроксимации функции. Существование и единственность интерполяционного многочлена. Интерполяционный многочлен Лагранжа. (2 часа).

**Лекция 12.** Построение таблицы конечных разностей. Первая и вторая интерполяционные формулы Ньютона. Постановка задачи обратного интерполирования функции. (2 часа).

**Практическое занятие 5.** Постановка задачи аппроксимации функции. Построение интерполяционный многочлен Лагранжа. (2 часа).

**Практическое занятие 6.** Построение таблицы конечных разностей. Первая и вторая интерполяционные формулы Ньютона. Обратное интерполирование функции. (2 часа).

**Самостоятельная работа 5.** Проработка лекционного материала. Подготовка к практическому занятию. Выполнение РГР. (6 часа).

**Текущий контроль** – устный опрос при допуске к лабораторным работам и их защите, опрос на практическом занятии.

#### **Тема 6. Моделирование теплоэнергетических и теплотехнических процессов.**

**Лекция 13.** Естественнонаучные процессы, лежащие в основе явлений и процессов, применяемых при создании и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехнологиях. Использование численных методов при моделировании этих процессов и явлений. (2 часа).

**Лекция 14.** Применение численных методов для решения стационарных и нестационарных задач теплопроводности. (2 часа).

**Лекция 15.** Моделирование распределения нагрузок между конденсационными энергоблоками ТЭЦ. (2 часа).

**Лекция 16.** Моделирование и оптимизация энергетического баланса теплоэнергетического предприятия. (2 часа).

**Лекция 17.** Моделирование теплоэнергетического баланса региона. (2 часа).

**Лекция 18.** Комбинаторные задачи при моделировании сложных технических систем. Венгерский метод. (2 часа).

**Практическое занятие 7.** Моделирование распределения нагрузок между конденсационными энергоблоками ТЭЦ. (2 часа).

**Практическое занятие 8.** Моделирование и оптимизация энергетического баланса теплоэнергетического предприятия. (2 часа).

**Практическое занятие 9.** Комбинаторные задачи при моделировании сложных технических систем. Венгерский метод. (2 часа).

**Самостоятельная работа 6.** Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение РГР. (4 часа).

**Текущий контроль** – устная беседа со студентами в процессе лекции.

## **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, ОПК-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 (лабораторные занятия, самостоятельная работа студентов).

3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе выполнения и защиты лабораторных работ и успешной сдачи зачета.

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

Формирование компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по 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 осуществить 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 лабораторных работах. Ответы студента в процессе устных опросов на практических занятиях и во время сдачи зачета.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- теоретических основ использования компьютера, как средства решения задач с использованием численных методов;
- основных технических проблем, возникающих в процессе использования компьютера, как средства хранения и переработки информации.

**умения:**

- использовать информационные и сетевые технологии для решения технических задач в области теплоэнергетики и теплотехники с использованием численных методов;
- использовать средства компьютерной графики в своей предметной области.

присутствие **навыка:**

- использования методов, способов и средств переработки и хранения информации с использованием компьютера.

Для оценки формирования в рамках данной дисциплины компетенции ОПК-2 «способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявить естественно-научную сущность проблем, возникающих при профессиональной деятельности, применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального моделирования, теоретического и экспериментального исследования» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в лабораторных работах. Ответы студента на практически и во время сдачи зачета.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- естественнонаучной сущности проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности в области теплоэнергетики и теплотехники;
- физико-математического аппарата, описывающего естественнонаучную сущность процессов в области теплоэнергетики и теплотехники.

**умения:**

- использовать численные методы для моделирования естественнонаучных процессов в области теплоэнергетики и теплотехники;
- оценивать погрешности, возникающие при использовании физико-математического аппарата для моделирования естественнонаучных процессов в области теплоэнергетики и теплотехники.

присутствие **навыка:**

- применения численных методов для моделирования естественнонаучных процессов в области теплоэнергетики и теплотехники;
- применения законов естествознания при моделировании естественнонаучных процессов в области теплоэнергетики и теплотехники.

### Критерии оценивания уровня формирования компетенции в результате выполнения и защиты лабораторных работ.

Критерии оценивания уровня формирования компетенции ОПК-1 «способность осуществить поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий», ОПК-2 «способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявить естественно-научную сущность проблем, возникающих при профессиональной деятельности, применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального моделирования, теоретического и экспериментального исследования» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество в результате выполнения и защиты лабораторных работ.

Оценивается в процессе проведения каждого лабораторного занятия подготовка студента к выполнению лабораторной работы (знание целей лабораторной работы, наличие описания задачи и модели используемых в данной работе, алгоритма решения задачи, обладание теоретическими знаниями, необходимыми для выполнения работы), а также знания и навыки приобретенные в процессе выполнения работы при ее защите (результаты расчетов, качество оформления протокола, теоретические знания студентов в результате ответов на контрольные вопросы приведенные в методических указаниях).

Способность сформулировать условия решаемой задачи, составить алгоритм ее решения, знание теоретических основ и наличие навыков практического применения численных методов при моделировании теплоэнергетических и теплотехнических явлений и процессов, умение правильно и качественно оформить результаты лабораторной работы - соответствует пороговому уровню формирования компетенции на данном этапе ее формирования; в дополнение к пороговому самостоятельно анализировать результаты решения поставленной задачи, оценивать эффективность использования численных методов при моделировании теплоэнергетических и теплотехнических процессов и явлений – соответствует продвинутому уровню; в дополнении к продвинутому способен самостоятельно выполнить и обосновать выбор численного метода при моделировании естественнонаучных явлений, лежащих в основе теплоэнергетических и теплотехнических процессов, внести коррективы в модель, ведущие к ее оптимизации – соответствует эталонному уровню.

### Критерии оценивания уровня формирования компетенции в результате проведения практических занятий.

Критерии оценивания уровня формирования компетенции ОПК-1 «способность осуществить поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий», ОПК-2 «способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявить естественно-научную сущность проблем, возникающих при профессиональной деятельности, применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального моделирования, теоретического и экспериментального исследования» преподавателем оценивается способность называть при устном ответе основные области применения численных методов при моделировании теплоэнергетических процессов и установок, знание теоретических основ теории подобия, основных методов моделирования и алгоритмов их практической реализации, умение использовать компьютерную технику при моделировании теплоэнергетических процессов и установок – соответствует пороговому уровню формирования компетенции на данном этапе ее формирования; в дополнение к пороговому самостоятельно анализировать технические аспекты и результаты численного моделирования теплоэнергетических процессов и установок – соответствует продвинутому уровню; в дополнении к продвинутому способен само-



стоятельно выполнить сравнительных анализ, использования различных методов при моделировании и обосновать выбор оптимального из них – соответствует эталонному уровню.

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

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

Зачет по дисциплине «Численные методы моделирования процессов в теплоэнергетике и теплотехнике» проводится в устной форме.

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

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

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

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомый с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

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

В зачетную книжку студента и выписку к диплому выносится оценка зачета по дисциплине за 4 семестр.

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

Вопросы по приобретению и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной

Перечень вопросов рассматриваемых на лабораторных занятиях содержится в методических указаниях к лабораторным работам по дисциплине «Теория подобия и методы моделирования процессов в теплоэнергетике и теплотехнике». Задание на РГР приведено методическом обеспечении дисциплины.

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

1. Этапы математического моделирования.
2. Теория подобия.
3. Уравнение теплопроводности. Граничные условия.
4. Нестационарная задача теплопроводности для неоднородного стержня.
5. Нестационарная задача теплопроводности в неоднородной пластине.
6. Нестационарная задача теплопроводности в однородном сечении цилиндрической формы.
7. Основы теории графов. Графаналитическое моделирование.
8. Числовые характеристики графов.
9. Поточные параметрические графы. Примеры построения.
10. Материальные параметрические графы. Примеры построения.
11. Тепловые параметрические графы. Примеры построения..
12. Информационные и сигнальные графы.
13. Эквивалентные преобразования сигнальных графов.
14. Матрицы видов связей и смежности. Примеры построения.
15. Матрицы достижимости и контрдостижимости.
16. Матрицы контуров на дугах и вершинах. Примеры построения.
17. Модель распределения нагрузок между энергоблоками ТЭС.
18. Задача распределения нагрузок при использовании различных видов топлив на станции.
19. Численные методы решения системы нелинейных уравнений.
20. Структура моделирования теплоэнергетических систем.
21. Метрические пространства и принцип сжимающих отображений.
22. Метод простой итерации.
23. Пример уточнения корня уравнения методом простой итерации.
24. Алгоритм решения уравнения методом простой итерации.
25. Скорость сходимости итерационного процесса.

26. Метод касательных.
27. Метод хорд.
28. Метод Гаусса.
29. Метод прогонки.
30. Метод простой итерации для уравнения  $F(x)=x$ .
31. Схема решения системы линейных уравнений методом простой итерации.
32. Метод Зейделя.
33. Метод простой итерации при решении системы нелинейных уравнений.
34. Метод Ньютона.
35. Постановка задачи аппроксимации функции.
36. Существование и единственность интерполяционного многочлена.
37. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
38. Интерполяционные формулы Ньютона.
39. Обратное интерполирование.
40. Применение численных методов для решения нестационарных задач теплопроводности.

#### **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 лабораторным работам по дисциплине «Численные методы моделирования процессов в теплоэнергетике и теплотехнике». В них содержатся методические рекомендации по подготовке к лабораторным занятиям, приведены описания лабораторных работ и контрольные вопросы к их защите, перечень вопросов рассматриваемых на практических занятиях, задание и требования по оформлению РГР.

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

Дисциплина предусматривает лекции каждую вторую учебную неделю и лабораторные занятия каждую четвертую учебную неделю. Изучение курса завершается зачетом.

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

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

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

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

**Практические (семинарские) занятия** составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Основная цель проведения практических (семинарских) занятий - формирование у

студентов аналитического, творческого мышления путем приобретения практических навыков.

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

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

Важнейшей составляющей любой формы практических занятий являются упражнения (задания). Основа в упражнении - пример, который разбирается с позиций теории. 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;

закрепляют знания, полученные в процессе самостоятельной работы над литературой;

расширяют объём профессионально значимых знаний, умений, навыков;

позволяют проверить правильность ранее полученных знаний;

прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления;

способствуют свободному оперированию терминологией;

предоставляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов.

При подготовке к **практическим занятиям** необходимо просмотреть методические указания, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на вопросы, выносимые на рассмотрение для данного занятия или участию в диспуте в соответствии с полученным заданием.

В ходе проведения практического (семинарского) занятия преподаватель проводит устный или письменный опрос студентов в соответствии с тематикой занятия и индивидуальным или групповым заданием, полученном студентами на предыдущем занятии, для контроля усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия (студенты должны знать смысл полученных ими результатов и ответы на контрольные вопросы). По результатам опроса и участия студента в обсуждении вопросов рассматриваемых на практическом занятии выставляется оценка за него.

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

Выполнение студентами лабораторных работ направлено на:

обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;

формирование необходимых профессиональных умений и навыков;

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

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

заглавие, в котором указывается вид работы (лабораторная), ее порядковый номер, объем в часах и наименование;

цель работы;

предмет и содержание работы;

оборудование, технические средства, инструмент;

порядок (последовательность) выполнения работы;

правила техники безопасности и охраны труда по данной работе (по необходимости);

общие правила 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.

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 расчетов, правильной интерпретации полученных результатов и усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия.

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

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

К.т.н., доцент

Г.Ю. Новиков

Зав. кафедрой к. т.н., доцент

В.А. Михайлов

Изменения и дополнения к РПД приняты на заседании кафедры ПТЭ от 29 августа 2016г., протокол №1.