

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль подготовки «Электроснабжение»

РПД Б1.В.ОД.1 «Прикладные математические задачи»



### Приложение 3 РПД Б1.В.ОД.1

**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  
« 12 » 10 20 15 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Прикладные математические задачи»**

**Направление подготовки: 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»**

**Уровень высшего образования: бакалавриат**

**Профиль подготовки: «Электроснабжение»**

**Срок обучения: 4 года**

**Форма обучения: очная**

**Смоленск – 2015 г.**

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

**Цель освоения дисциплины** – овладение знаниями о математических методах и моделях, которые используются при решении широкого круга электротехнических задач.

**Задачами дисциплины является** изучение следующих основных вопросов:

1. Математическая постановка прикладных электротехнических задач и численные методы их решения. Основные сведения из теории погрешностей.
2. Практические численные методы и их свойства.
3. Основы теории графов и ее приложения к анализу электрических цепей.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

ОПК-2: способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач;

ОПК-3: способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей;

В результате изучения дисциплины студент должен:

### **Знать:**

- Общие методики постановки и решения прикладных электротехнических задач с привлечением численных методов. Методики оценки погрешности численного решения (ОПК-2).
- Численные методы линейной алгебры (ОПК-2).
- Численные методы решения уравнений динамики (ОПК-2).
- Численные методы решения нелинейных уравнений и задач оптимизации.
- Методы приближения функций (ОПК-2).
- Методы численного интегрирования (ОПК-2).
- Основы теории графов и ее приложения к анализу электрических цепей (ОПК-3).

### **Уметь:**

- В общем виде выполнять математическую постановку прикладных электротехнических задач (ОПК-2).
- Производить выбор метода численного решения математической модели (ОПК-3).
- Давать оценку погрешности численного решения задачи (ОПК-2).

**Владеть:** навыками математической постановки и практического применения численных методов решения электротехнических задач (ОПК-2, ОПК-3).

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части цикла Б2 основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению «Электроэнергетика и электротехника».

В соответствии с учебным планом изучения дисциплины базируется на следующих дисциплинах:

Б1.Б.5 Высшая математика 1

Б1.Б.6 Физика

Б1.Б.11 Электротехническое и конструкционное материаловедение

Б1.В.ОД.16 Высшая математика 2

Б1.Б.18 Теоретическая механика

- Б1.В.ОД.3 Прикладная механика  
 Б1.Б.19 Инженерная и компьютерная графика  
 Б1.В.ДВ.3.2 Теория теплопроводности

Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения дисциплины, являются базой для изучения дисциплин:

- Б1.В.ДВ.6.1 Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах  
 Б1.В.ДВ.6.2 Аварийные режимы в электроэнергетических системах  
 Б1.В.ДВ.7.1 Короткие замыкания в электроэнергетических системах  
 Б1.В.ДВ.7.2 Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах

**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 Дисциплины	Семестр
Часть цикла:	вариативный	
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.ОД.1	
Часов (всего) по учебному плану:	216	5 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	5 семестр
Лекции ( часов)	36	5 семестр
Практические занятия ( часов)	18	5 семестр
Лабораторные работы ( часов)	36	5 семестр
Курсовые проекты (работы)	-	-
Объем самостоятельной работы по учебному плану (часов всего)	90	5 семестр
Экзамен	36	5 семестр

#### Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, час
Изучение материалов лекций (лк)	18
Подготовка к практическим занятиям (пз)	6
Подготовка к защите лабораторной работы (лаб)	18
Выполнение расчетно-графической работы (расчетного задания)	20
Выполнение курсового проекта (работы)	
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	22
Подготовка к контрольным работам	6
Подготовка к тестированию	
Подготовка к зачету	
Всего (в соответствии с УП):	90
Подготовка к экзамену	36



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

№ п/п	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебной занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах) (в соответствии с УП)					
			лк	пр	лаб	КР,КП	СРС	в т.ч. интеракт.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Тема 1. Погрешности математического моделирования	16	4	2	4		6	
2	Тема 2. Численные методы линейной алгебры	35	5	4	8		18	4
3	Тема 3. Решение нелинейных уравнений и задач оптимизации	32	6	4	8		14	6
4	Тема 4. Численное решение уравнений динамики.	31	5	4	8		14	2
5	Тема 5. Приближение функций и численное интегрирование.	30	4	4	8		14	
6	Тема 6. Основы теории графов и ее приложения к анализу электрических цепей.	36	12				24	6
всего по видам учебных занятий		180	36	18	36		90	18

#### Содержание по видам учебных занятий

##### Тема 1. Погрешности математического моделирования.

**Лекция 1.** Представления физического явления (процесса) в виде математической модели. Математическая постановка прикладной задачи. Роль численных методов в математических моделях. Математическая модель, модельное решение как приближенно вычисляемая функция.

**Лекция 2.** Источники и классификация погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности. Погрешности арифметических операций, погрешности вычисления функций. Точность представления чисел в памяти вычислительного устройства.

**Практическое занятие 1** Погрешности арифметических операций и погрешности вычисления функций.

**Лабораторная работа 1,2.** Чувствительность решения системы линейных уравнений к вариации исходных данных.

**Текущий контроль:** опрос по теме.

##### Тема 2. Численные методы линейной алгебры

**Лекция 3.** Прямые и итерационные методы решения систем линейных уравнений. Собственные числа и собственные векторы линейного оператора.

**Лекция 4.** Нормы вектора и матрицы, число обусловленности матрицы. Понятие о некорректно поставленных и плохо обусловленных задачах. Понятие о регуляризации. Оценка погрешности решения системы.

**Практическое занятие 2.** Прямые и итерационные методы решения систем линейных уравнений. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса.

**Практическое занятие 3** Нормы вектора и матрицы.

**Практическое занятие 4** Некорректно поставленные и плохо обусловленные задачи.

**Лабораторная работа 3.** Собственные числа и собственные векторы линейного оператора.

**Лабораторная работа 4.** Прямые методы решения систем линейных уравнений.

**Лабораторная работа 5.** Матричные и векторные нормы.

**Лабораторная работа 6.** Итеративные методы решения систем линейных уравнений.

**Текущий контроль:** контрольная работа. Решение систем линейных алгебраических уравнений.

**Тема 3.** Решение нелинейных уравнений и задач оптимизации

**Лекция 5.** Методы решения нелинейных уравнений и задачи оптимизации. Решение нелинейных уравнений методами бисекций, простых итераций, Ньютона.

**Лекция 6.** Условия сходимости методов. Оценка погрешности. Постановка задач оптимизации.

**Лекция 7.** Численные методы оптимизации: градиентный, покоординатного спуска, сопряженных градиентов, Ньютона.

**Практическое занятие 5,6.** Решение нелинейных уравнений.

**Лабораторная работа 7,8,9,10.** Поиск корня нелинейного уравнения.

**Текущий контроль:** опрос по теме.

**Тема 4.** Численное решение уравнений динамики.

**Лекция 8.** Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Постановка задачи Коши.

**Лекция 9.** Методы Рунге-Кутты для решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Хемминга прогноза и коррекции. Методы Адамса. Оценка погрешности. Интегрирование системы уравнений.

**Практическое занятие 7.** Методы решения дифференциальных уравнений. Схема Эйлера, методы Рунге-Кутты, методы Адамса.

**Лабораторная работа 11,12,13,14.** Решение задачи Коши.

**Текущий контроль:** опрос по теме.

**Тема 5.** Приближение функций и численное интегрирование.

**Лекция 10,11.** Постановка задачи теории приближений. Различные виды приближений: интерполирование и аппроксимация, расчет коэффициентов обобщенного полинома, полиномы Лагранжа и Ньютона, интерполирование сплайнами, среднеквадратичное приближение, равномерное приближение.

**Практическое занятие 8,9.** Интерполирование, среднеквадратичное приближение, равномерное приближение.

**Лабораторная работа 15,16,17,18.** Численное интегрирование и аппроксимация сплайном.

**Текущий контроль:** опрос по теме.

**Тема 6.** Основы теории графов и ее приложения к анализу электрических цепей.

**Лекция 12.** Схема замещения электроэнергетической системы для расчетов установившихся режимов, ее основные элементы.

**Лекция 13.** Общая задача расчета установившихся режимов электроэнергетической системы и основные этапы ее решения.

**Лекция 14.** Уравнения состояния линейной электрической цепи как основа математического описания установившихся режимов. Законы Ома и Кирхгофа в матричной форме. Первая и вторая матрицы соединений, их взаимосвязь. Узловые и контурные уравнения.

**Лекция 15.** Матрицы узловых проводимостей и контурных сопротивлений, их особенности для разветвленных сетей электроэнергетических систем и способы определения.

**Лекция 16.** Общая форма матричных уравнений состояния. Матрицы обобщенных параметров электроэнергетической системы.



**Лекция 17.** Техническая и математическая постановка задачи расчета установившегося режима электроэнергетической системы. Нелинейность уравнений установившегося режима.

**Лекция 18.** Получение их решения путем многократного решения систем линейных алгебраических уравнений.

**Самостоятельная работа** выполнение расчетного задания: Матричные методы анализа электрических сетей.

**Текущий контроль:** защита расчетного задания

#### **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. № И-23.

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

Для обеспечения самостоятельной работы разработаны: конспект лекций по дисциплине, демонстрационные слайды лекций, методические указания (описания) практических занятий и лабораторных работ (методические материалы по самостоятельной работе студентов должны соответствовать Положению о самостоятельной работе студентов в филиале МЭИ в г. Смоленске в части часов, отводимых на каждый вид работы в соответствии с п.3 настоящей РПД, быть изданы в РИО филиала или прикладываться к настоящей программе в виде авторской или кафедральной разработки с указанием видов и тем самостоятельной работы, а также обоснованием числа часов, отводимых на их изучение; допустимо также ссылаться на авторские электронные ресурсы или электронные ресурсы кафедры).

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

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

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

ОПК-2: способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач;

ОПК-3: способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей;

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, самостоятельная работа студентов, лабораторные работы).
3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, а также решения конкретных технических задач при подготовке к защитах лабораторных работ, подготовке к экзаменам.

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

Сформированность каждой 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.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции **ОПК-2: способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач** преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по практическим занятиям, расчетному заданию, контрольным работам. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – контрольных опросах, заданий по практическим занятиям.

Принимается во внимание **знание(я)** обучающимися:

- методик постановки и решения прикладных электротехнических задач с привлечением численных методов. Методики оценки погрешности численного решения.
- численных методов линейной алгебры.
- численных методов решения уравнений динамики.
- численных методов решения нелинейных уравнений и задач оптимизации.
- методов приближения функций.
- методов численного интегрирования.

наличие **умения(й)**:

- производить выбор метода численного решения математической модели.
- давать оценку погрешности численного решения задачи.

присутствие **навыка(ов)**:

- математической постановки и практического применения численных методов решения электротехнических задач.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции в процессе выполнения и защиты (практических занятий, расчетного задания, контрольных работ).

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции **ОПК-2: способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач** в процессе защиты лабораторных работ, как формы текущего контроля. На защите соответствующих лабораторных работ задается 1 вопрос из примерного перечня:

- Источники и виды погрешностей численного решения.
- Нахождение (вычисление) собственных чисел и собственных векторов линейных операторов.
- Векторные и матричные нормы.  
Итеративные методы решения нелинейных уравнений. Метод половинного деления.
- Итеративные методы решения нелинейных уравнений. Метод простых итераций.
- Итеративные методы решения нелинейных уравнений. Метод касательных, метод хорд (секущих).
- Алгоритм Гаусса: решение систем уравнений, выбор опорного элемента,
- Алгоритм Гаусса без обратного хода. Расчёт определителей, обращение матриц;
- Корректность задачи по Адамару. Обусловленность СЛАУ. Оценка числа обусловленности.
- Итеративные методы решения СЛАУ. Метод простых итераций.
- Итеративные методы решения СЛАУ. Методы, Зейделя и Якоби.
- Расчёт коэффициентов обобщённого интерполяционного полинома.
- Интерполяция кубическими сплайнами.
- Численное интегрирование. Формулы прямоугольников, трапеций.



- Численное интегрирование. Квадратурная формула Симпсона. Правило Рунге.
- Численное решение задачи Коши. Метод Эйлера, предиктор-корректор 2-го порядка.
- Численное решение задачи Коши. Метод Рунге-Кутты 4-го порядка.
- Численное решение задачи Коши. Метод Адамса 2-го порядка точности.
- Численное решение задачи Коши. Метод Адамса 4-го порядка точности.

Неполный ответ на вопрос с объяснением его базы соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ вопрос – продвинутому уровню; при полном ответе на вопрос с демонстрацией его на конкретном примере – эталонному уровню.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции **ОПК-2: способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач** в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Оценивается активность работы студента на практических занятиях, глубина ответов студента при устных опросах в процессе выполнения заданий к каждому практическому занятию.

Способность называть при устном ответе суть применяемого метода пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, в дополнение к пороговому самостоятельно использовать рассматриваемый метод для решения электроэнергетических задач – соответствует продвинутому уровню; в дополнении к продвинутому владеть пример применения метода, его достоинства и недостатки – соответствует эталонному уровню.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции **ОПК-2: способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач** в результате выполнения контрольной работы.

Оценивается полнота и правильность выполнения 2-х заданий. Одно выполненное задание соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, два выполненных задания – продвинутому уровню; два выполненных задания с использованием дополнительной справочной информации и нормативных правовых актов – эталонному уровню.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции **ОПК-3: способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей** преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по практическим занятиям, расчетному заданию, контрольным работам. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – контрольных опросах, заданий по практическим занятиям.

Принимается во внимание **знание(я)** обучающимися:

- основ теории графов и ее приложения к анализу электрических цепей.

наличие **умения(й)**:

- в общем виде выполнять математическую постановку прикладных электротехнических задач.

присутствие **навыка(ов)**:

- математической постановки и практического применения численных методов решения электротехнических задач.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции в процессе выполнения и защиты (практических занятий, расчетного задания, контрольных работ).

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции в процессе выполнения и защиты (практических занятий, расчетного задания, контрольных работ).



Критерии оценивания уровня сформированности компетенции **ОПК-3: способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей** в процессе защиты лабораторных работ, как формы текущего контроля. На защите соответствующих лабораторных работ задается 1 вопрос из примерного перечня:

- Граф электрической сети. Основные определения: дерево, хорды, базисные контуры, связность графа.
- Первая и вторая матрицы инцидентий. Структура матриц, их свойства.
- Формирование матрицы контуров сложной электрической сети.
- Уравнения Кирхгофа и Ома в матричной форме. Базисный и балансирующий узлы.
- Общий подход к расчёту режима электрической сети в линейной постановке. Формирование обобщенного уравнения состояния в матричной форме.
- Расчёт режима электрической сети в линейной постановке. Метод узловых напряжений.

Неполный ответ на вопрос с объяснением его базы соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ вопрос – продвинутому уровню; при полном ответе на вопрос с демонстрацией его на конкретном примере – эталонному уровню.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции **ОПК-3: способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей** в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Оценивается активность работы студента на практических занятиях, глубина ответов студента при устных опросах в процессе выполнения заданий к каждому практическому занятию.

Способность называть при устном ответе суть применяемого метода расчета режима сети пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, в дополнение к пороговому самостоятельно использовать рассматриваемый метод для решения электроэнергетических задач – соответствует продвинутому уровню; в дополнении к продвинутому владеть пример применения метода, его достоинства и недостатки – соответствует эталонному уровню.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции **ОПК-3: способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей** в результате выполнения контрольной работы.

Оценивается полнота и правильность выполнения 2-х заданий. Одно выполненное задание соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, два выполненных задания – продвинутому уровню; два выполненных задания с использованием дополнительной справочной информации и нормативных правовых актов – эталонному уровню.

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 компетенций преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по практическим занятиям, курсовой работе, контрольным работам. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – контрольных опросах, контрольные работы.

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

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

Экзамен проводится в устной форме.

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

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

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

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

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

В зачетную книжку студента и выписку к диплому выносятся оценка экзамена по дисциплине за 5 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 формированию и развитию теоретических знаний, предусмотренных компетенциями, закреплёнными за дисциплиной (примерные вопросы по лекционному материалу дисциплины):

- Источники и виды погрешностей численного решения.
- Точность представления данных в памяти компьютера.
- Способы оценки погрешности при выполнении арифметических операций и вычисления функций.
- Собственные числа и собственные векторы линейного оператора.



- Нахождение (вычисление) собственных чисел и собственных векторов линейных операторов.
- Векторные и матричные нормы. Эквивалентность норм.
- Итеративные методы решения нелинейных уравнений. Основные их свойства. Сходимость методов.
- Итеративные методы решения нелинейных уравнений. Метод половинного деления.
- Итеративные методы решения нелинейных уравнений. Метод простых итераций.
- Итеративные методы решения нелинейных уравнений. Метод касательных, метод хорд (секущих).
- Алгоритм Гаусса: решение систем уравнений, выбор опорного элемента,
- Алгоритм Гаусса без обратного хода. Расчёт определителей, обращение матриц;
- Корректность задачи по Адамару. Обусловленность СЛАУ. Оценка числа обусловленности.
- Итеративные методы решения СЛАУ. Общий подход.
- Итеративные методы решения СЛАУ. Метод простых итераций.
- Итеративные методы решения СЛАУ. Методы, Зейделя и Якоби.
- Аппроксимация и интерполяция. Постановка задачи, области применения.
- Расчёт коэффициентов обобщённого интерполяционного полинома.
- Интерполяционные полиномы Лагранжа и Ньютона. Точность интерполяции.
- Интерполяция кубическими сплайнами.
- Аппроксимация методом наименьших квадратов.
- Численное интегрирование. Формулы прямоугольников, трапеций.
- Нахождение первообразной функции, как задача численного интегрирования.
- Приближение производных функции конечными разностями.
- Численное интегрирование. Квадратурная формула Симпсона. Правило Рунге.
- Численное решение задачи Коши. Одношаговые и многошаговые методы.
- Численное решение задачи Коши. Метод Эйлера, предиктор-корректор 2-го порядка.
- Численное решение задачи Коши. Метод Рунге-Кутты 4-го порядка.
- Численное решение задачи Коши. Метод Адамса 2-го порядка точности.
- Численное решение задачи Коши. Метод Адамса 4-го порядка точности.
- Граф электрической сети. Основные определения: дерево, хорды, базисные контуры, связность графа.
- Первая и вторая матрицы инцидентий. Структура матриц, их свойства.
- Формирование матрицы контуров сложной электрической сети.
- Уравнения Кирхгофа и Ома в матричной форме. Базисный и балансирующий узлы.
- Общий подход к расчёту режима электрической сети в линейной постановке. Формирование обобщённого уравнения состояния в матричной форме.
- Расчёт режима электрической сети в линейной постановке. Метод узловых напряжений.

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

- Источники и виды погрешностей численного решения.
- Нахождение (вычисление) собственных чисел и собственных векторов линейных операторов.
- Векторные и матричные нормы.  
Итеративные методы решения нелинейных уравнений. Метод половинного деления.

- Итеративные методы решения нелинейных уравнений. Метод простых итераций.
- Итеративные методы решения нелинейных уравнений. Метод касательных, метод хорд (секущих).
- Алгоритм Гаусса: решение систем уравнений, выбор опорного элемента,
- Алгоритм Гаусса без обратного хода. Расчёт определителей, обращение матриц;
- Корректность задачи по Адамару. Обусловленность СЛАУ. Оценка числа обусловленности.
- Итеративные методы решения СЛАУ. Метод простых итераций.
- Итеративные методы решения СЛАУ. Методы, Зейделя и Якоби.
- Расчёт коэффициентов обобщённого интерполяционного полинома.
- Интерполяция кубическими сплайнами.
- Численное интегрирование. Формулы прямоугольников, трапеций.
- Численное интегрирование. Квадратурная формула Симпсона. Правило Рунге.
- Численное решение задачи Коши. Метод Эйлера, предиктор-корректор 2-го порядка.
- Численное решение задачи Коши. Метод Рунге-Кутты 4-го порядка.
- Численное решение задачи Коши. Метод Адамса 2-го порядка точности.
- Численное решение задачи Коши. Метод Адамса 4-го порядка точности.

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

- Роль численных методов в задачах математического моделирования.
- Источники и виды погрешностей численного решения.
- Точность представления данных в памяти компьютера.
- Способы оценки погрешности при выполнении арифметических операций и вычисления функций.
- Собственные числа и собственные векторы линейного оператора.
- Нахождение (вычисление) собственных чисел и собственных векторов линейных операторов.
- Векторные и матричные нормы. Эквивалентность норм.
- Итеративные методы решения нелинейных уравнений. Основные их свойства. Сходимость методов.
- Итеративные методы решения нелинейных уравнений. Метод половинного деления.
- Итеративные методы решения нелинейных уравнений. Метод простых итераций.
- Итеративные методы решения нелинейных уравнений. Метод касательных, метод хорд (секущих).
- Алгоритм Гаусса: решение систем уравнений, выбор опорного элемента,
- Алгоритм Гаусса без обратного хода. Расчёт определителей, обращение матриц;
- Корректность задачи по Адамару. Обусловленность СЛАУ. Оценка числа обусловленности.
- Итеративные методы решения СЛАУ. Общий подход.
- Итеративные методы решения СЛАУ. Метод простых итераций.
- Итеративные методы решения СЛАУ. Методы, Зейделя и Якоби.
- Аппроксимация и интерполяция. Постановка задачи, области применения.
- Расчёт коэффициентов обобщённого интерполяционного полинома.
- Интерполяционные полиномы Лагранжа и Ньютона. Точность интерполяции.
- Интерполяция кубическими сплайнами.
- Аппроксимация методом наименьших квадратов.



- Численное интегрирование. Формулы прямоугольников, трапеций.
- Нахождение первообразной функции, как задача численного интегрирования.
- Приближение производных функции конечными разностями.
- Численное интегрирование. Квадратурная формула Симпсона. Правило Рунге.
- Численное решение задачи Коши. Одношаговые и многошаговые методы.
- Численное решение задачи Коши. Метод Эйлера, предиктор-корректор 2-го порядка.
- Численное решение задачи Коши. Метод Рунге-Кутты 4-го порядка.
- Численное решение задачи Коши. Метод Адамса 2-го порядка точности.
- Численное решение задачи Коши. Метод Адамса 4-го порядка точности.
- Граф электрической сети. Основные определения: дерево, хорды, базисные контуры, связность графа.
- Первая и вторая матрицы инцидентий. Структура матриц, свойства.
- Формирование матрицы контуров сложной электрической сети.
- Уравнения Кирхгофа и Ома в матричной форме. Базисный и балансирующий узлы.
- Общий подход к расчёту режима электрической сети в линейной постановке. Формирование обобщенного уравнения состояния в матричной форме.
- Расчёт режима электрической сети в линейной постановке. Метод узловых напряжений.

Тема расчетного задания: Матричные методы анализа электрических сетей.

#### **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 выполнению заданий на самостоятельную работу, подготовке, оформлению и защите курсовой работы, подготовке и проведению экзамена.

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

##### **а) основная литература**

1. Срочко, В.А. Численные методы. Курс лекций [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2010. — 203 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=378](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=378) — Загл. с экрана.
2. Волков, Е.А. Численные методы [Электронный ресурс] : учебник. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2008. — 249 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=54](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=54) — Загл. с экрана.
3. Измаилов, А.Ф. Численные методы оптимизации. [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ф. Измаилов, М.В. Солодов. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2008. — 320 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2184](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2184) — Загл. с экрана..

##### **б) дополнительная литература**

1. Электрические системы. Математические задачи электроэнергетики. /Под редакцией В.А. Веникова. М.: Высш.школа, 1981. 288 с.
2. Строев В.А. Методы решения уравнений установившегося режима электрических систем. М.: Моск. энерг. ин-т, 1988. 79 с.

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

1 Математика в ВУЗе\_ Интернет-журнал СПбГТУ

[http://www.spbstu.ru/publications/m\\_v/frame\\_NN.html#top](http://www.spbstu.ru/publications/m_v/frame_NN.html#top)

2 Студентам и школьникам сборник материалов по численным методам книги численные методы.

[http://www.ph4s.ru/book\\_pc\\_chisl.html](http://www.ph4s.ru/book_pc_chisl.html)

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает лекции 1 раз в неделю, практические занятия 1 раза в две недели, лабораторные работы 1 раза в две недели. Изучение курса завершается экзаменом.

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях и лабораторных работах, указанных в разделе 4 настоящей РПД, 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.

В ходе выполнения индивидуального задания практического занятия студент готовит отчет о работе (в программе MS Word или любом другом текстовом редакторе). В отчет заносятся результаты выполнения каждого пункта задания (схемы, диаграммы (графики), таблицы, расчеты, ответы на вопросы пунктов задания, выводы и т.п.). Примерный образец оформления отчета имеется у преподавателя (либо прилагается к настоящей программе).

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

Оставшиеся невыполненными пункты задания практического занятия студент обязан доделать самостоятельно.

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

**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 теорети-

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

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

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

При проведении **лекционных** занятий предусматривается использование систем мультимедиа, компьютерных учебников, учебных баз данных, моделирования, тестовых и контролируемых программ, гипертекстовых систем, программ деловых игр и т.п.

Перечень лицензионного программного обеспечения (указывается только то ПО, которое есть в ФГОС ВО по соответствующему направлению, либо необходимое для освоения дисциплины из перечня имеющегося лицензионного ПО филиала МЭИ в г. Смоленске).

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

##### **Лекционные занятия:**

Проводятся в лекционных аудиториях.

**Практические занятия** по данной дисциплине проводятся в компьютерном классе А-206, А304, А317

Автор: канд. техн. наук, доцент

И.Е. Митрофанов

И.о. зав. кафедрой ЭЭС канд. техн. наук, доцент

В.Ф. Киселев

Программа одобрена на заседании кафедры ЭЭС протокол №3 от 12.10. 2015 года.



**ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ**

Но- мер изме- не- ния	Номера страниц				Всего стра- ниц в доку- менте	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего измене- ния в данный эк- земпляр	Дата внесения из- менения в данный эк- земпляр	Дата введения из- менения
	изме- не- ных	заме- не- ных	но- вых	анну- лиро- ван- ных					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10