

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Профиль «Электроснабжение»
РПД Б1.В.03 «Прикладные математические задачи»



**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске**

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске
по учебно-методической работе



В.В. Рожков

02 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРИКЛАДНЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки (специальность): **13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»**

Профиль **«Электроснабжение»**

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

Нормативный срок обучения: **4 года 11 месяцев**

Форма обучения: **заочная**

Год набора: **2025**

Смоленск

Программа составлена с учетом ФГОС ВО по направлению подготовки / специальности 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Минобрнауки России от «28» февраля 2018 г. № 144

Программу составил:

подпись

к.т.н., доц. Митрофанов И.Е.
ФИО

20.01.2025 г.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Электроэнергетические системы»
23.01.2025 г.

Заведующий кафедрой «Электроэнергетические системы»:

подпись

к.т.н., доцент Р.В. Солопов
ФИО

06.02.2025 г.

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

**Ответственный в филиале по работе
с ЛОВЗ и инвалидами**

подпись

зам. начальника УУ

Е.В. Зуева

ФИО

06.02.2025 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: подготовка обучающихся к проектной деятельности по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Овладение знаниями о математических методах и моделях, которые используются при решении широкого круга электротехнических задач.

Задачи: 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.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина Прикладные математические задачи относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

Б1.В.ДВ.02.01 Статистика в задачах электроэнергетики

Б1.В.ДВ.02.02 Моделирование в электроэнергетике

Перечень последующих дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной:

Б2.В.04(Пд) Преддипломная практика

Б3.01 Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения
ПК-6. Способен использовать современные цифровые технологии в процессе проектирования систем электроснабжения	ПК-6.1 Анализирует возможность распределения программных и аппаратных средств в процессе проектирования элементов систем электроснабжения	Знает: 1. Общие методики постановки и решения прикладных электротехнических задач с привлечением численных методов. Методики оценки погрешности численного решения. 2. Численные методы линейной алгебры. 3. Численные методы решения уравнений динамики. 4. Численные методы решения нелинейных уравнений и задач оптимизации. 5. Методы приближения функций.

		<p>6.Методы численного интегрирования. 7.Основы теории графов и ее приложения к анализу электрических цепей. Умеет: 1.В общем виде выполнять математическую постановку прикладных электротехнических задач. 2.Производить выбор метода численного решения математической модели. 3.Давать оценку погрешности численного решения задачи. Владеет: навыками математической постановки и практического применения численных методов решения электротехнических задач.</p>
	<p>ПК-6.2 Применяет современные цифровые технологии в процессе проектирования элементов систем электроснабжения</p>	<p>Знает: 1.Общие методики постановки и решения прикладных электротехнических задач с привлечением численных методов. Методики оценки погрешности численного решения. 2.Численные методы линейной алгебры. 3.Численные методы решения уравнений динамики. 4.Численные методы решения нелинейных уравнений и задач оптимизации. 5.Методы приближения функций. 6.Методы численного интегрирования. 7.Основы теории графов и ее приложения к анализу электрических цепей. Умеет: 1.В общем виде выполнять математическую постановку прикладных электротехнических задач. 2.Производить выбор метода численного решения математической модели. 3.Давать оценку погрешности численного решения задачи. Владеет: навыками математической постановки и практического применения численных методов решения электротехнических задач.</p>

Содержание дисциплины:

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание
1	лекционные занятия 4 шт. по 2 часа: 1.1. Погрешности математического моделирования. Роль численных методов в математических моделях. 1.2. Численные методы линейной алгебры 1.3. Тема. Решение нелинейных уравнений и задач оптимизации 1.4. Тема. Численное решение уравнений динамики.
2	лабораторные работы 4 шт. по 2 часа: 2.1. Методы поиска корня нелинейного уравнения. 2.2. Методы решения систем линейных уравнений. 2.3. Численное интегрирование и аппроксимация сплайном. 2.4. Решение задачи Коши.
3	практические занятия 4 шт. по 2 часа: 3.1. Схема замещения электроэнергетической системы для расчетов установившихся режимов. 3.2. Узловые и контурные уравнения. Законы Ома и Кирхгофа в матричной форме. 3.3. Матрицы узловых проводимостей и контурных сопротивлений 3.4. Формирование контурных и узловых уравнений сложной электрической цепи в матричной форме
4	расчетно-графическая работа: Построение графа и уравнения состояния линейной электрической сети
5	Самостоятельная работа студентов: 5.1. Приближение функций и численное интегрирование. 5.2. Основы теории графов и ее приложения к анализу электрических цепей.

Текущий контроль: допуск к лабораторной работе, защита лабораторных работ и расчетно-графической работы.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Таблица - Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной занятий по дисциплине

№ п/п	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1	Лекции	Классическая (традиционная, информационная) лекция
2	Практические занятия	Технология обучения на основе решения задач и выполнения упражнений

3	Лабораторная работа	Технология выполнения лабораторных заданий в малой группе (в бригаде) Допуск к лабораторной работе, защита лабораторной работы
4	Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная)	Информационно-коммуникационные технологии (доступ к ЭИОС филиала, к ЭБС филиала, доступ к информационно-методическим материалам по дисциплине)
5	Контроль (промежуточная аттестация: зачет или экзамен)	Технология устного опроса Технология письменного контроля, в том числе тестирование

6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ – ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

К промежуточной аттестации студентов по дисциплине могут привлекаться представители работодателей, преподаватели последующих дисциплин, заведующие кафедрами.

Оценка качества освоения дисциплины включает как текущий контроль успеваемости, так и промежуточную аттестацию.

Оценочные средства текущего контроля:

Примерный перечень вопросов по допуску и защите лабораторных работ.

1. Источники и виды погрешностей численного решения.
2. Нахождение (вычисление) собственных чисел и собственных векторов линейных операторов.
3. Векторные и матричные нормы.
4. Итеративные методы решения нелинейных уравнений. Метод половинного деления.
5. Итеративные методы решения нелинейных уравнений. Метод простых итераций.
6. Итеративные методы решения нелинейных уравнений. Метод касательных, метод хорд (секущих).
7. Алгоритм Гаусса: решение систем уравнений, выбор опорного элемента,
8. Алгоритм Гаусса без обратного хода. Расчёт определителей, обращение матриц;
9. Корректность задачи по Адамару. Обусловленность СЛАУ. Оценка числа обусловленности.
10. Итеративные методы решения СЛАУ. Метод простых итераций.
11. Итеративные методы решения СЛАУ. Методы, Зейделя и Якоби.
12. Расчёт коэффициентов обобщённого интерполяционного полинома.
13. Интерполяция кубическими сплайнами.
14. Численное интегрирование. Формулы прямоугольников, трапеций.
15. Численное интегрирование. Квадратурная формула Симпсона. Правило Рунге.
16. Численное решение задачи Коши. Метод Эйлера, предиктор-корректор 2-го порядка.
17. Численное решение задачи Коши. Метод Рунге-Кутты 4-го порядка.

18. Численное решение задачи Коши. Метод Адамса 2-го порядка точности.
19. Численное решение задачи Коши. Метод Адамса 4-го порядка точности.

При опросе по материалам лекций задается 1 вопрос из примерного перечня:

20. Источники и виды погрешностей численного решения.
21. Нахождение (вычисление) собственных чисел и собственных векторов линейных операторов.
22. Векторные и матричные нормы.
Итеративные методы решения нелинейных уравнений. Метод половинного деления.
23. Итеративные методы решения нелинейных уравнений. Метод простых итераций.
24. Итеративные методы решения нелинейных уравнений. Метод касательных, метод хорд (секущих).
25. Алгоритм Гаусса: решение систем уравнений, выбор опорного элемента,
26. Алгоритм Гаусса без обратного хода. Расчёт определителей, обращение матриц;
27. Корректность задачи по Адамару. Обусловленность СЛАУ. Оценка числа обусловленности.
28. Итеративные методы решения СЛАУ. Метод простых итераций.
29. Итеративные методы решения СЛАУ. Методы, Зейделя и Якоби.
30. Расчёт коэффициентов обобщённого интерполяционного полинома.
31. Интерполяция кубическими сплайнами.
32. Численное интегрирование. Формулы прямоугольников, трапеций.
33. Численное интегрирование. Квадратурная формула Симпсона. Правило Рунге.
34. Численное решение задачи Коши. Метод Эйлера, предиктор-корректор 2-го порядка.
35. Численное решение задачи Коши. Метод Рунге-Кутты 4-го порядка.
36. Численное решение задачи Коши. Метод Адамса 2-го порядка точности.
37. Численное решение задачи Коши. Метод Адамса 4-го порядка точности.

Примерный перечень вопросов по защите расчетно-графической работы.

1. Граф электрической сети. Основные определения: дерево, хорды, базисные контуры, связность графа.
2. Первая и вторая матрицы соединений.
3. Структура матриц, их свойства.
4. Формирование матрицы контуров сложной электрической сети.
5. Уравнения Кирхгофа и Ома в матричной форме.
6. Базисный и балансирующий узлы.
7. Общий подход к расчёту режима электрической сети в линейной постановке.
8. Формирование обобщенного уравнения состояния в матричной форме.
9. Расчёт режима электрической сети в линейной постановке.
10. Метод узловых напряжений.
11. Уравнения состояния линейной электрической цепи как основа математического описания установившихся режимов.
12. Узловые и контурные уравнения.
13. Законы Ома и Кирхгофа в матричной форме.
14. Матрицы узловых проводимостей и контурных сопротивлений,

Оценочные средства промежуточной аттестации:

Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине – экзамен

Примерный перечень экзаменационных вопросов:

1. Роль численных методов в задачах математического моделирования.
2. Источники и виды погрешностей численного решения.

3. Точность представления данных в памяти компьютера.
4. Способы оценки погрешности при выполнении арифметических операций и вычисления функций.
5. Собственные числа и собственные векторы линейного оператора.
6. Нахождение (вычисление) собственных чисел и собственных векторов линейных операторов.
7. Векторные и матричные нормы. Эквивалентность норм.
8. Итеративные методы решения нелинейных уравнений. Основные их свойства. Сходимость методов.
9. Итеративные методы решения нелинейных уравнений. Метод половинного деления.
10. Итеративные методы решения нелинейных уравнений. Метод простых итераций.
11. Итеративные методы решения нелинейных уравнений. Метод касательных, метод хорд (секущих).
12. Алгоритм Гаусса: решение систем уравнений, выбор опорного элемента,
13. Алгоритм Гаусса без обратного хода. Расчёт определителей, обращение матриц;
14. Корректность задачи по Адамару. Обусловленность СЛАУ. Оценка числа обусловленности.
15. Итеративные методы решения СЛАУ. Общий подход.
16. Итеративные методы решения СЛАУ. Метод простых итераций.
17. Итеративные методы решения СЛАУ. Методы, Зейделя и Якоби.
18. Аппроксимация и интерполяция. Постановка задачи, области применения.
19. Расчёт коэффициентов обобщённого интерполяционного полинома.
20. Интерполяционные полиномы Лагранжа и Ньютона. Точность интерполяции.
21. Интерполяция кубическими сплайнами.
22. Аппроксимация методом наименьших квадратов.
23. Численное интегрирование. Формулы прямоугольников, трапеций.
24. Нахождение первообразной функции, как задача численного интегрирования.
25. Приближение производных функции конечными разностями.
26. Численное интегрирование. Квадратурная формула Симпсона. Правило Рунге.
27. Численное решение задачи Коши. Одношаговые и многошаговые методы.
28. Численное решение задачи Коши. Метод Эйлера, предиктор-корректор 2-го порядка.
29. Численное решение задачи Коши. Метод Рунге-Кутты 4-го порядка.
30. Численное решение задачи Коши. Метод Адамса 2-го порядка точности.
31. Численное решение задачи Коши. Метод Адамса 4-го порядка точности.
32. Граф электрической сети. Основные определения: дерево, хорды, базисные контуры, связность графа.
33. Первая и вторая матрицы соединений. Структура матриц, свойства.
34. Формирование матрицы контуров сложной электрической сети.
35. Уравнения Кирхгофа и Ома в матричной форме. Базисный и балансирующий узлы.
36. Общий подход к расчёту режима электрической сети в линейной постановке. Формирование обобщённого уравнения состояния в матричной форме.
37. Расчёт режима электрической сети в линейной постановке. Метод узловых напряжений.

В филиале используется система с традиционной шкалой оценок – "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно", "зачтено", "не зачтено" (далее - пятибалльная система).

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

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
«отлично»/ «зачтено (отлично)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему 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; проявившему 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 практическое задание. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «эталонный».
«хорошо»/ «зачтено (хорошо)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющему предусмотренные задания, усвоившему основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнивший практическое задание, но допустивший при этом не принципиальные ошибки. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «продвинутый».
«удовлетворительно»/ «зачтено (удовлетворительно)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, знакомому с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившему погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившему другие практические задания из того же раздела дисциплины. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «пороговый».
«неудовлетворительно»/ не зачтено	Выставляется обучающемуся, 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. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции на уровне «пороговый», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебное и учебно-лабораторное оборудование

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная: специализированной мебелью; доской аудиторной;

Учебная аудитория для лабораторных работ, выполняемых в компьютерном классе, оснащенная: специализированной мебелью; доской аудиторной; персональными компьютерами.

Программное обеспечение MATLAB.

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере;
- используется специальная учебная аудитория для лиц с ЛОВЗ – ауд. 106 главного учебного корпуса по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр-д, д.1, здание энергетического института (основной корпус).

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены филиалом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература.

1. Основы вычислительной математики : учеб. пособие / Б. П. Демидович, И. А. Марон .— Изд. 8-е, стер. — СПб. : ЛАНЬ, 2011 .— 664 с. : ил.
2. Численные методы : учеб. пособие / Е. А. Волков .— / изд. 3-е, испр. — СПб. : Лань, 2004 .— 248 с. : ил.
3. Электрические системы : учебник для студентов вузов. Т. 1. Математические задачи электроэнергетики / под ред. В. А. Веникова .— / 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Высш. шк., 1981 .— 288 с. : ил.

Дополнительная литература.

1. Учебное пособие по курсу "Математическая оценка оптимизации в энергетике". Численные методы оптимизации электрических систем / А. А. Унароков; ред. Л. В. Старошук .— М. : МЭИ, 1986 .— 54 с.
2. Численные методы и программное обеспечение / Д.Каханер, К.Моулер, С.Нэш; Пер. с англ. под ред. Х.Д.Икрамова .— / 2-е изд.,стер. — М. : Мир, 2001 .— 575 с. : ил. — ISBN 5-03-003392-0.
3. Численные методы линейной алгебры: учеб. пособие для математ. направлений и специальностей / Г. С. Шевцов, О. Г. Крюкова, Б. И. Мызникова .— Изд. 2-е, испр. и доп. — СПб. : ЛАНЬ, 2011 .— 494 с. — ISBN 978-5-8114-1246-4.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Но- мер из- ме- 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
	из- ме- нен- ных	за- ме- нен- ных	но- вых	ан- ну- ли- ро- ван- ных					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10