

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

Институт архитектуры, строительства и энергетики

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

  
С.Н. Авдеев  
« 30 » 08 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ В ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ РАСЧЁТАХ**

**направление подготовки / специальность**

13.03.02. Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления подготовки (специальности))

**направленность (профиль) подготовки**

Электроснабжение

(направленность (профиль) подготовки))

г. Владимир

2021

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины. Научить будущих бакалавров применять *численные методы*, выполнять громоздкие расчёты электротехнических устройств и систем электроснабжения, характеристики элементов которых заданы таблично или если для их анализа и синтеза требуется решение систем линейных алгебраических уравнений достаточно большого размера.

Задачи: 1) изучить основные элементы теории погрешностей ручных и машинных вычислений, численные методы интерполяции и аппроксимации таблично заданных функций, вытекающие из них методы численного дифференцирования и интегрирования (квадратуры), численные методы матричных вычислений; 2) научиться применять численные методы в математическом ПО для решения прикладных электротехнических задач.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина Б1.В.04 «Вычислительные методы в электротехнических расчётах» относится к дисциплинам базовой обязательной части учебного плана бакалавриата по профилю «Электроснабжение».

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-3. Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3.4. Способен применять математический аппарат численных методов.	Знает численные методы интерполяции и аппроксимации таблично заданных функций, а также численные методы их дифференцирования и интегрирования, численные методы решения матричных уравнений. Умеет оценивать погрешности, получаемые в результате применения численных методов. Владеет математическим аппаратом численных методов.	Перечень рейтинговых контрольных и экзаменационных вопросов и задач.

#### 4. ОБЪЁМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов.

##### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
В1	Понятие о численных и вычислительных методах. Источники погрешностей при вычислениях	3	1	2				3	
В2	Некоторые наиболее важные понятия математического и функционального анализа, используемые в вычислительной математике	3	2,3	4				2	
1	Приближённые числа и действия над ними. Цифровое представление чисел с фиксированной и плавающей точкой. Округление чисел	3	4,5	4		12		3	
2.1	Вычисление значений многочлена. Схема Горнера. Многочлены Тейлора. Интерполяционный многочлен Лагранжа	3	6	2		4		3	Рейтинг-контроль № 1
2.2	Линейная и кусочно-линейная интерполяция	3	7	2		2		3	
2.3	Многочлены Чебышева. Конечные и разделённые разности	3	8	2				3	
2.4	Интерполяционный многочлен Ньютона. Численное дифференцирование	3	9	2		2		3	
2.5	Сплайны	3	10	2		2		3	
2.6	Полиномиальная аппроксимация	3	11	2		2		3	
2.7	Одномерное численное интегрирование (первообразные и квадратуры)	3	12	2		2		3	Рейтинг-контроль № 2
3.1	Понятие о матрицах и основных операциях над ними. Задача решения системы линейных алгебраических уравнений	3	13	2				3	
3.2	Нормы двумерных массивов. Гауссово LU-разложение	3	14	2		2		1	

3.3	Разложение Холецкого. Обусловленность матриц	3	15	2		2		3	
3.4	Метод простой итерации	3	16	2		2		3	
3.5	Методы Якоби, Зейделя и верхней релаксации	3	17	2		2		3	
3.6	Вариационные итерационные методы	3	18	2		2		3	Рейтинг-контроль № 3
Всего за 3 семестр:					36		36	45	Экзамен (27)
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине					36		36	45	Экзамен (27)

**Тематический план  
форма обучения – заочная**

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
V1	Понятие о численных и вычислительных методах. Источники погрешностей при вычислениях	3	1	0,25				6	
V2	Некоторые наиболее важные понятия математического и функционального анализа, используемые в вычислительной математике	3	2,3	0,25				6	
1	Приближённые числа и действия над ними. Цифровое представление чисел с фиксированной и плавающей точкой. Округление чисел	3	4,5	0,25		0,75		7	
2.1	Вычисление значений многочлена. Схема Горнера. Многочлены Тейлора. Интерполяционный многочлен Лагранжа	3	6	0,25		0,5		7	Рейтинг-контроль № 1
2.2	Линейная и кусочно-линейная интерполяция	3	7	0,25		0,25		7	
2.3	Многочлены Чебышева. Конечные и разделённые разности	3	8	0,25				7	
2.4	Интерполяционный многочлен Ньютона. Численное дифференцирование	3	9	0,25		0,25		7	
2.5	Сплайны	3	10	0,25		0,25		7	
2.6	Полиномиальная аппроксимация	3	11	0,25		0,25		7	
2.7	Одномерное численное инте-	3	12	0,25		0,5		7	Рейтинг-

	грирование (первообразные и квадратуры)								контроль № 2
3.1	Понятие о матрицах и основных операциях над ними. Задача решения системы линейных алгебраических уравнений	3	13	0,25				7	
3.2	Нормы двумерных массивов. Гауссово LU-разложение	3	14	0,25		0,25		6	
3.3	Разложение Холесского. Обусловленность матриц	3	15	0,25		0,25		7	
3.4	Метод простой итерации	3	16	0,25		0,25		7	
3.5	Методы Якоби, Зейделя и верхней релаксации	3	17	0,25		0,25		7	
3.6	Вариационные итерационные методы	3	18	0,25		0,25		7	Рейтинг-контроль № 3
Всего за 3 семестр:				4		4		109	Экзамен (27)
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине				4		4		109	Экзамен (27)

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

Введение.

Понятие о численных и вычислительных методах. Источники погрешностей при вычислениях. Некоторые наиболее важные понятия математического и функционального анализа, используемые в вычислительной математике: бесконечно малые и бесконечно большие величины, их порядок; классы непрерывно- дифференцируемых функций  $n$ -го порядка; метрические, линейные, нормированные пространства, нормы и их свойства; сходимости последовательностей.

Раздел 1. Основы ручных и машинных вычислений.

Приближённые числа и действия над ними. Абсолютные и относительные погрешности неточных величин. Предельные абсолютные и относительные погрешности. Оценки погрешностей выполнения вычислительных операций с неточными величинами. Цифровое представление чисел с фиксированной и плавающей точкой. Округление чисел.

Раздел 2. Методы приближения функций полиномами.

Вычисление значений многочлена. Схема Горнера. Многочлены Тейлора. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Линейная интерполяция. Кусочно-линейная интерполяция. Многочлены Чебышева. Конечные разности. Разделённые разности. Интерполяционный многочлен Ньютона. Численное дифференцирование. Сплайны. Полиномиальная аппроксимация. Одномерное численное интегрирование (первообразные и квадратуры).

Раздел 3. Основы матричных вычислений.

Понятие о матрицах и основных операциях над ними. Задача решения системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Определитель матрицы. Нормы одномерных и двумерных массивов. Прямые методы решения СЛАУ. Гауссово LU-разложение. Разложение Холесского. Обусловленность СЛАУ. Итерационные методы решения СЛАУ: метод простой итерации, методы Якоби, Зейделя, верхней релаксации, вариационные итерационные методы (методы спуска, метод сопряжённых градиентов).

### Содержание лабораторных занятий по дисциплине

1) Тренировочное занятие по машинной технологии округления числовых значений до разряда фиксированного веса (округление с фиксированной точкой) и до  $n$  значащих цифр (округление с плавающей точкой), причём система счисления в округлении не совпадает с системой счисления машинного представления числа (4 часа).

2) Исследование влияния погрешностей округления на результаты вычислений на примере анализа статического режима линейной разветвлённой электрической цепи (4 часа).

3) Исследование технологии вычислений с неточными входными данными. Пример «ручных» вычислений в задаче анализа линейной электрической цепи с оценкой предельных погрешностей при неточно заданных исходных данных (4 часа).

4) Исследование технологии вычислений с неточными входными данными. Пример машинных матричных вычислений в задаче анализа линейной электрической цепи с оценкой предельных погрешностей при неточно заданных исходных данных (4 часа).

5) Исследование погрешностей методов кусочной интерполяции таблично заданной функции, для которой имеется аналитическое выражение (4 часа).

6) Исследование погрешностей методов численного дифференцирования на основе кусочной интерполяции таблично заданной функции, для которой имеется аналитическое выражение (4 часа).

7) Исследование погрешностей методов численного интегрирования (вычисления первообразной) на основе кусочной интерполяции таблично заданной функции, для которой имеется аналитическое выражение (4 часа).

8) Исследование точности решения СЛАУ методом Гауссова LU- разложения в зависимости от числа обусловленности матрицы коэффициентов. Исследование точности решения симметричных положительно определённых СЛАУ методом разложения Холецкого (4 часа).

9) Исследование сходимости итерационных методов решения СЛАУ, формируемых в задачах анализа установившихся режимов работы линейных электрических цепей (4 часа).

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **5.1. Вопросы по разделам программы для проведения текущего контроля**

Рейтинг- контроль 1.

1. Что называют численными и вычислительными методами?
2. Какие существуют источниками погрешностей приближённого решения вычислительных задач?
3. Что называют неустранимой погрешностью?
4. Что называют погрешностью метода?
5. Что называют погрешностью округления при вычислениях?
6. Что называют бесконечно малой и бесконечно большой величиной  $k$ -го порядка?
7. Что называют непрерывно-дифференцируемой  $k$ -го порядка функцией одной переменной на заданном отрезке?
8. Что называют непрерывно-дифференцируемой  $k$ -го порядка функцией нескольких переменных в заданной области?
9. Что называют метрическим пространством?
10. Что называют линейным пространством?
11. Какие системы элементов называют линейно зависимыми и линейно независимыми?
12. Что называют линейным нормированным пространством?
13. Метрика линейного нормированного пространства.
14. Способы введения норм в линейном пространстве.
15. Что называют сходимостью последовательности элементов?
16. Что называют абсолютной и относительной погрешностью приближённого числа?
17. Что называют предельной абсолютной и относительной погрешностью приближённого числа?



18. Как оценивается предельная абсолютная погрешность суммы, разности, произведения и частного двух приближённых чисел?
19. Как оценивается предельная относительная погрешность результатов умножения и деления приближённых чисел?
20. Как оценивается предельная абсолютная погрешность точно вычисляемой функции нескольких переменных при приближённом задании её аргументов?
21. Цифровое представление числа с фиксированной точкой.
22. Цифровое представление числа с плавающей точкой.
23. Ручная запись приближённых чисел. Верные цифры.
24. Правила округлений при ручных вычислениях.
25. Технология округлений при машинных вычислениях.

#### Рейтинг- контроль 2.

1. Вычисление значения полинома методом Горнера.
2. Аппроксимация функции одной переменной многочленом Тейлора.
3. Интерполяция функции одной переменной многочленом Лагранжа.
4. Линейная интерполяция функции одной переменной, заданной двумя точками.
5. Алгоритм кусочно-линейной интерполяции таблично заданной функции одной переменной.
6. Понятие о многочленах Чебышева.
7. Свойства многочленов Чебышева.
8. Многочлены, наименее уклоняющиеся от нуля.
9. При каком задании узлов табличной функции оценка погрешности её интерполяции многочленом Лагранжа минимальна?
10. Что называют конечной разностью первого и более высокого порядка одномерного массива?
11. Как оценивается производная таблично заданной функции одной переменной на равномерной сетке с помощью конечных разностей?
12. Разделённая разность первого порядка для таблично заданной функции одной переменной.
13. Разделённая разность  $k$ -го порядка.
14. Оценка производной таблично заданной функции одной переменной на произвольной сетке с помощью разделённых разностей.
15. Интерполяция таблично заданной функции многочленом Ньютона.
16. Численное дифференцирование таблично заданной функции с использованием полиномиальной интерполяции многочленами Лагранжа и Ньютона.
17. Понятие об оптимальном шаге сетки задания табличной функции по отношению к разностным методам численного дифференцирования. Машинный эpsilon в арифметике с плавающей точкой.
18. Что такое сплайн и дефект сплайна?
19. Понятие о кубическом сплайне.
20. Алгоритм построения сплайна второй степени с непрерывной первой производной.
21. Алгоритм полиномиальной аппроксимации таблично заданной функции.
22. Одномерное численное интегрирование методом трапеций.
23. Алгоритм приближённого вычисления определённого интеграла таблично заданной функции на неравномерной сетке методом Симпсона.
24. Алгоритм приближённого вычисления определённого интеграла таблично заданной функции на неравномерной сетке методом полиномиальной интерполяции.
25. Алгоритм численного интегрирования таблично заданной функции на неравномерной сетке методом кусочно-квадратичной интерполяции с непрерывной первой производной.

### Рейтинг- контроль 3.

1. Матрица. Позиционирование элементов в матрице. Размеры матриц. Матрицы-строки и матрицы-столбцы.
2. Сложение матрицы с числом. Сложение и вычитание матриц.
3. Почленное умножение матриц. Умножение матрицы на число.
4. Матричное произведение.
5. Произведение Кронекера.
6. Скалярное произведение одномерных массивов.
7. Матричная форма записи системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).
8. Правило Крамера. Главный вычислительный недостаток метода Крамера.
9. Определитель матрицы. Вырожденные и невырожденные матрицы. Совместные и несовместные СЛАУ.
10. Понятие о прямых и итерационных численных методах решения СЛАУ.
11. Нормы различного порядка одномерного массива.
12. Норма прямоугольной матрицы, согласованная с нормой одномерного массива по операции матричного умножения.
13. Наиболее важные свойства нормы матрицы.
14. Матричные нормы первого, второго и бесконечного порядка.
15. Наиболее распространённые прямые методы численного решения СЛАУ.
16. Алгоритм LU-разложения матрицы.
17. Алгоритм решения СЛАУ методом LU-разложения.
18. Разложение Холецкого.
19. Алгоритм решения СЛАУ методом разложения Холецкого.
20. Число обусловленности матрицы.
21. Метод простой итерации.
22. Общая формула однослойных итерационных методов.
23. Каноническая форма двухслойного итерационного процесса.
24. Достаточное условие сходимости метода простой итерации.
25. Итерационный метод Якоби.
26. Итерационный метод Зейделя.
27. Критерий и достаточное условие сходимости метода Якоби.
28. Критерий и достаточное условие сходимости метода Зейделя.
29. Метод релаксации.
30. Вариационный итерационный метод наискорейшего спуска.
31. Метод минимальных невязок.
32. Метод сопряжённых градиентов.

### Контрольные вопросы по СРС.

1. Пусть имеется метрическое пространство одномерных массивов, состоящих из пяти элементов (действительных или комплексных). Пусть массивы  $a$  и  $b$  принадлежат этому пространству. Докажите, что величина  $\max(\text{abs}(b-a))$  может выполнять роль расстояния между массивами  $a, b$ .
2. Пусть имеется метрическое пространство одномерных массивов, состоящих из пяти элементов (действительных или комплексных). Пусть массивы  $a$  и  $b$  принадлежат этому пространству. Докажите, что величина  $\sum(\text{abs}(b-a))$  может выполнять роль расстояния между массивами  $a, b$ .
3. Пусть имеется метрическое пространство одномерных массивов, состоящих из пяти элементов (действительных или комплексных). Пусть массивы  $a$  и  $b$  принадлежат этому пространству. Докажите, что величина  $\sum((b-a).^2)$  может выполнять роль расстояния между массивами  $a, b$  только в случае действительных  $a, b$ .
4. Пусть имеется метрическое пространство одномерных массивов, состоящих из пяти элементов (действительных или комплексных). Пусть массивы  $a$  и  $b$  принадлежат



этому пространству. Докажите, что величина  $\text{dot}((b-a), \text{conj}(b-a))$  может выполнять роль расстояния между массивами  $a, b$ .

5. Пусть имеется линейное нормированное пространство не имеющих точек разрыва второго рода функций  $f(x)$ , заданных на отрезке  $[a, b]$ . Докажите, что максимальное значение модуля функции на данном отрезке может служить нормой в этом пространстве.

6. Пусть имеется линейное нормированное пространство не имеющих точек разрыва второго рода функций  $f(x)$ , заданных на отрезке  $[a, b]$ . Докажите, что интеграл модуля функции на данном отрезке может служить нормой в этом пространстве.

7. Пусть имеется линейное нормированное пространство не имеющих точек разрыва второго рода функций  $f(x)$ , заданных на отрезке  $[a, b]$ . Докажите, что среднее значение модуля функции на данном отрезке может служить нормой в этом пространстве. Как можно вычислить эту величину, если функция  $f(x)$  задана таблично?

8. Пусть имеется линейное нормированное пространство не имеющих точек разрыва второго рода функций  $f(x)$ , заданных на отрезке  $[a, b]$ . Докажите, что среднеквадратичное значение модуля функции на данном отрезке может служить нормой в этом пространстве даже если  $f(x)$  – комплекснозначная функция. Как можно вычислить эту величину, если функция  $f(x)$  задана таблично?

9. Средствами MATLAB случайным образом сформируйте состоящий из восьми элементов массив- строку, десятичный логарифм каждого элемента которого находится в диапазоне от -10 до +10. Средствами MATLAB округлите каждый элемент этого массива до шести значащих десятичных цифр, не прибегая к символической математике.

10. Средствами MATLAB случайным образом сформируйте состоящий из восьми элементов массив- строку, значение каждого элемента которого находится в диапазоне от -100 до +100. Средствами MATLAB округлите каждый элемент этого массива до сотых долей, не прибегая к символической математике.

11. Постройте аппроксимирующий полином Тейлора восьмого порядка для функции  $\sin(x)/x$  в окрестности точки  $x=0$ . Постройте график этой функции и аппроксимирующего полинома (для вычисления последнего примените схему Горнера). Дайте оценку точности такой аппроксимации.

12. Постройте аппроксимирующий полином Тейлора восьмого порядка для функции интегральный синус в окрестности точки  $x=0$ . Постройте график этой функции и аппроксимирующего полинома (для вычисления последнего примените схему Горнера). Дайте оценку точности такой аппроксимации.

13. Средствами MATLAB случайным образом сформируйте состоящий из восьми элементов массив- строку, значение каждого элемента которого находится в диапазоне от -1 до +1. Пусть это будет массив значений таблично заданной функции. Пусть массив значений аргумента равен  $\text{linspace}(-1, 1, 8)$ . Средствами MATLAB постройте полином Лагранжа для этой функции. С помощью графика покажите, что полином построен правильно.

14. Средствами MATLAB случайным образом сформируйте состоящий из восьми элементов массив- строку, значение каждого элемента которого находится в диапазоне от -1 до +1. Пусть это будет массив значений таблично заданной функции. Пусть массив значений аргумента равен  $\text{linspace}(-1, 1, 8)$ . Средствами MATLAB постройте полином Ньютона для этой функции. С помощью графика покажите, что полином построен правильно.

15. Средствами MATLAB случайным образом сформируйте состоящий из восьми элементов массив- строку, значение каждого элемента которого находится в диапазоне от -1 до +1. Пусть это будет массив значений таблично заданной функции. Пусть массив значений аргумента равен  $\text{linspace}(-1, 1, 8)$ . Средствами MATLAB постройте кусочно-линейное интерполирующее выражение. С помощью графика покажите, что полученная кусочно-линейная функция проходит через все заданные точки.

16. Средствами MATLAB случайным образом сформируйте состоящий из восьми элементов массив- строку, значение каждого элемента которого находится в диапазоне от -1 до +1. Пусть это будет массив значений таблично заданной функции. Пусть массив зна-

чений аргумента равен  $\text{linspace}(-1,1,8)$ . Средствами MATLAB постройте кусочно-квадратичное интерполирующее выражение с непрерывной первой производной. С помощью графика покажите, что полученная кусочная функция проходит через все заданные точки.

17. Средствами MATLAB случайным образом сформируйте матрицу размера (10,10), значения элементов которой распределены по нормальному закону с математическим ожиданием 0 и среднеквадратичным отклонением 1. Выполните LU-разложение этой матрицы. Оцените точность разложения.

18. Средствами MATLAB случайным образом сформируйте симметричную матрицу размера (10,10), значения элементов которой распределены по нормальному закону с математическим ожиданием 0 и среднеквадратичным отклонением 1. Выполните разложение Холецкого этой матрицы. Оцените точность разложения. Объясните, почему матричные множители получились комплексными.

19. Средствами MATLAB случайным образом сформируйте симметричную матрицу размера (10,10), значения элементов которой распределены по нормальному закону с математическим ожиданием 0 и среднеквадратичным отклонением 1. Таким же образом сформируйте правую часть СЛАУ. Исследуйте сходимость метода простой итерации.

20. Средствами MATLAB случайным образом сформируйте симметричную матрицу размера (10,10), значения элементов которой распределены по нормальному закону с математическим ожиданием 0 и среднеквадратичным отклонением 1. Таким же образом сформируйте правую часть СЛАУ. Исследуйте сходимость метода Якоби.

21. Средствами MATLAB случайным образом сформируйте симметричную матрицу размера (10,10), значения элементов которой распределены по нормальному закону с математическим ожиданием 0 и среднеквадратичным отклонением 1. Таким же образом сформируйте правую часть СЛАУ. Исследуйте сходимость метода Зейделя.

22. Средствами MATLAB случайным образом сформируйте симметричную матрицу размера (10,10), значения элементов которой распределены по нормальному закону с математическим ожиданием 0 и среднеквадратичным отклонением 1. Скорректируйте матрицу таким образом, чтобы она стала положительно определённой. Таким же образом сформируйте правую часть СЛАУ. Исследуйте сходимость метода Зейделя.

23. Средствами MATLAB случайным образом сформируйте симметричную матрицу размера (10,10), значения элементов которой распределены по нормальному закону с математическим ожиданием 0 и среднеквадратичным отклонением 1. Скорректируйте матрицу таким образом, чтобы она стала положительно определённой. Таким же образом сформируйте правую часть СЛАУ. Исследуйте сходимость метода наискорейшего спуска.

24. Средствами MATLAB случайным образом сформируйте симметричную матрицу размера (10,10), значения элементов которой распределены по нормальному закону с математическим ожиданием 0 и среднеквадратичным отклонением 1. Скорректируйте матрицу таким образом, чтобы она стала положительно определённой. Таким же образом сформируйте правую часть СЛАУ. Исследуйте сходимость метода минимальных невязок.

25. Средствами MATLAB случайным образом сформируйте симметричную матрицу размера (10,10), значения элементов которой распределены по нормальному закону с математическим ожиданием 0 и среднеквадратичным отклонением 1. Скорректируйте матрицу таким образом, чтобы она стала положительно определённой. Таким же образом сформируйте правую часть СЛАУ. Исследуйте сходимость метода сопряжённых градиентов.

## 5.2. Вопросы к экзамену

1. Понятие о численных и вычислительных методах.
2. Источники погрешностей при вычислениях.
3. Бесконечно малые и бесконечно большие величины. Их порядок.

4. Классы непрерывно-дифференцируемых функций на отрезках и замкнутых областях.
5. Метрическое пространство.
6. Линейное пространство. Линейно зависимые и линейно независимые системы элементов.
7. Линейное нормированное пространство.
8. Множественность способов введения нормы в линейном пространстве.
9. Понятие о сходимости последовательности элементов.
10. Погрешности и предельные погрешности неточно заданных чисел.
11. Предельные погрешности выполнения арифметических операций с неточно заданными числами.
12. Предельные погрешности вычисления функций, обусловленные неточным заданием значений их аргументов.
13. Цифровое представление приближённых чисел с фиксированной и с плавающей точкой. Верные цифры. Значащие цифры.
14. Правила ручной записи приближённых чисел с фиксированной и с плавающей точкой.
15. Правила округления с фиксированной и с плавающей точкой.
16. Примеры резкого накопления погрешности округления при вычитании с плавающей точкой.
17. Вычисление значения полинома по схеме Горнера.
18. Построение аппроксимирующего многочлена Тейлора.
19. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
20. Линейная одномерная интерполяция.
21. Построение кусочно-линейного интерполирующего выражения, для вычисления которого не требуются логические операции.
22. Многочлены Чебышева и их свойства.
23. Узлы, минимизирующие оценку погрешности полиномиальной интерполяции.
24. Конечные разности одномерного массива.
25. Разделённые разности таблично заданной функции.
26. Интерполяционный многочлен Ньютона.
27. Численное дифференцирование методом разделённых разностей и методом полиномиальной интерполяции.
28. Машинный эpsilon цифрового кода с плавающей точкой.
29. Понятие о сплайнах.
30. Построение кусочно-квадратичного интерполирующего выражения с непрерывной первой производной, для вычисления которого не требуются логические операции.
31. Построение аппроксимирующего полинома заданного порядка для таблично заданной функции.
32. Квадратурная формула трапеций для таблично заданной подынтегральной функции на неравномерной сетке.
33. Квадратурная формула Симпсона для таблично заданной подынтегральной функции на неравномерной сетке.
34. Методы численного интегрирования (квадратура), основанные на интерполяции или аппроксимации.
35. Понятие о матрицах и об основных операциях над ними.
36. Краткая характеристика задачи решения систем линейных алгебраических уравнений.
37. Нормы одномерных и двумерных массивов.
38. Прямой метод решения СЛАУ на основе Гауссова LU-разложения.
39. Прямой метод решения СЛАУ на основе разложения Холецкого.
40. Обусловленность СЛАУ.

41. Метод простой итерации для решения СЛАУ.
42. Метод Якоби.
43. Метод Зейделя.
44. Методы релаксации.
45. Метод наискорейшего спуска для решения СЛАУ.
46. Метод минимальных невязок для решения СЛАУ.
47. Метод сопряжённых градиентов.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
Основная литература		
1. Численные методы в задачах и упражнениях [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. С. Бахвалов, А. В. Лапин, Е. В. Чижонков ; под ред. В. А. Садовниченко. -4-е изд. (эл.). – Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 243 с.). – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". – ISBN 978-5-9963-2980-9.	2015	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996329809.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996329809.html</a>
2. Численные методы [Электронный ресурс] / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. -8-е изд. (эл.). – Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 639 с.). – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – (Классический университетский учебник). – Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". – ISBN 978-5-9963-2616-7.	2015	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996326167.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996326167.html</a>
3. Численные методы и программирование: Учебное пособие / Колдаев В.Д.; Под ред. Гагариной Л.Г. – М.:ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 336 с.: 60x90 1/16. – (Профессиональное образование) (Переплёт 7БЦ) – ISBN 978-5-8199-0333-9.	2016	<a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=546692">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=546692</a>
Дополнительная литература		
1. Демидович, Борис Павлович. Основы вычислительной математики: учебное пособие/ Б. П. Демидович, И. А. Марон. – Изд. 8-е, стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2011. – 664 с. : ил.. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – (Классическая учебная литература по математике). – (Лучшие классические учебники). – (Знание, уверенность, успех!). – Библиогр. в конце гл. – Предм. указ.: с. 659-664. – ISBN 978-5-8114-0695-1.	2011	
2. Демидович, Борис Павлович. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения: учебное пособие для вузов по направлениям 510000 – "Естественные науки и математика", 550000 – "Технические науки", 540000 – "Педагогические науки"/ Б. П. Демидович, И. А. Марон, Э. З. Шувалова; под ред. Б. П. Демидовича. – Изд. 5-е, стер.. – Санкт-Петербург: Лань, 2010. – 400 с. : ил., табл.. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – (Лучшие классические учебники). – (Знание, уверенность, успех!). –	2010	

(Классическая учебная литература по математике). Библиогр. в конце гл. – ISBN 978-5-8114-0799-6.		
3. Шевцов, Георгий Семенович. Численные методы линейной алгебры: учебное пособие для математических направлений и специальностей/ Г. С. Шевцов, О. Г. Крюкова, Б. И. Мызникова. – Изд. 2-е, испр. и доп.. – Санкт-Петербург: Лань, 2011. – 495 с. : ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература) – Библиогр.: с. 489-490. – Предм. указ.: с. 491-495. – ISBN 978-5-8114-1246-4.	2011	
4. Кокотушкин Г.А., Федотов А.А., Храпов П.В. Численные методы алгебры и приближения функций: метод. указания к выполнению лабораторных работ по курсу "Численные методы" [Электронный ресурс] / Г.А. Кокотушкин, А.А. Федотов, П.В. Храпов. – М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. – 58, [2] с.: ил.	2011	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0006.html">http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0006.html</a> .

## 6.2. Периодические издания

1. Журнал «Вестник компьютерных и информационных технологий».
2. Журнал «Вестник РАН».
3. Журнал «Вычислительные технологии».
4. Журнал «Квант».
5. Журнал «Успехи математических наук».

## 6.3. Интернет-ресурсы

1. <http://www.apmath.spbu.ru/ru/structure/depts/is/vm-sergeev-2013.pdf>
2. [https://ru.wikibooks.org/wiki/%D0%A7%D1%82%D0%BE\\_%D1%82%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%B5\\_%D0%B2%D1%8B%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F\\_%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0](https://ru.wikibooks.org/wiki/%D0%A7%D1%82%D0%BE_%D1%82%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D0%B2%D1%8B%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0)
3. [http://www.math.kemsu.ru/files/books/comp\\_math.pdf](http://www.math.kemsu.ru/files/books/comp_math.pdf)
4. [http://portal.tpu.ru/SHARED/k/KOCHEG/study/Tab/%D0%9B%D0%B0%D0%B1\\_%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA%D1%83%D0%BC\\_2014.pdf](http://portal.tpu.ru/SHARED/k/KOCHEG/study/Tab/%D0%9B%D0%B0%D0%B1_%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA%D1%83%D0%BC_2014.pdf)
5. [https://mipt.ru/education/chair/computational\\_mathematics/study/materials/compmath/](https://mipt.ru/education/chair/computational_mathematics/study/materials/compmath/)  
[https://mipt.ru/education/chair/computational\\_mathematics/study/materials/compmath/](https://mipt.ru/education/chair/computational_mathematics/study/materials/compmath/)

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Лабораторные работы проводятся в *компьютерном классе 519-3*.

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения

1. Microsoft Office
2. MATLAB



Рабочую программу составил доцент Шмелёв В.Е. В.Е. Шмелёв

Рецензент (представитель работодателя)

Начальник проектного отдела ООО «МФ Электро» Чебрякова Ю.С. Ю.С. Чебрякова

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Электротехника и электроэнергетика»

Протокол № 1 от 30 августа 2021 года

Заведующий кафедрой Бадалян Норайр Петикович Н.П. Бадалян

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Протокол № 1 от 30 августа 2021 года

Председатель комиссии Бадалян Норайр Петикович Н.П. Бадалян

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины

*НАИМЕНОВАНИЕ*

образовательной программы направления подготовки *код и наименование ОП*, направленность: *наименование (указать уровень подготовки)*

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

*Подпись*

*ФИО*