

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Горбунов Алексей Александрович

Должность: Заместитель начальника университета по учебной работе

Дата подписания: 23.07.2025 14:10:41

Уникальный программный ключ:

286e49ee1471d400cc1f45539d51ed7bbf0e9cc7

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА

Специалитет по специальности

10.05.03 – Информационная безопасность автоматизированных систем

Специализация «Анализ безопасности информационных систем»

Санкт-Петербург

1. Цель и задачи дисциплины

Цель освоения дисциплины:

– овладение методами вычислительной математики и методологией их применения для решения профессионально-ориентированных задач в области информационной безопасности автоматизированных систем.

Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины

Компетенции	Содержание
ОПК-3	Способен использовать математические методы, необходимые для решения задач профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины:

– изучение методов вычислительной математики в контексте их применения в области информационной безопасности автоматизированных систем;

– формирование умений и навыков, позволяющих применять методы вычислительной математики для решения профессионально-ориентированных задач в области информационной безопасности автоматизированных систем.

2. Перечень планируемых результатов обучения дисциплины, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-3.1. Применяет основные понятия и законы естественных наук, методы математического анализа и моделирования; основные методы теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов и явлений.	Знает роль и место основных понятий вычислительной математики, значимых для решения задач профессиональной деятельности. Умеет использовать основные понятия вычислительной математики при решении поставленных задач в области профессиональной деятельности. Владеет навыками корректного применения терминологии вычислительной математики для решения задач профессиональной деятельности.

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Вычислительная математика» относится к обязательной части, образовательной программы специалитета по специальности **10.05.03 – Информационная безопасность автоматизированных систем**, специализация - **Анализ безопасности информационных систем**.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы 108 часов.

4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам для очной формы обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	з.е.	час.	по семестрам
			3
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3	108	108
Контактная работа		54	54
Лекции		20	20
Практические занятия		26	26
Лабораторные работы		8	8
Самостоятельная работа		54	54
Зачет с оценкой		+	+

4.2. Тематический план, структурированный по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий для очной формы обучения

№ п/п	Наименование тем	Всего часов	Количество часов по видам занятий				Контроль	Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Тема 1. Введение в элементарную теорию погрешностей. Критерии оценки вычислений.	8	2	2				4
2	Тема 2. Интерполирование функций.	10	2	4				4
3	Тема 3. Численное дифференцирование функций.	12	2	2				8
4	Тема 4. Численное интегрирование функций.	12	2	2				8
5	Тема 5. Численные методы линейной алгебры.	8	2	2				4
6	Тема 6. Методы приближения и аппроксимация функций.	10	2	2				6
7	Тема 7. Численные методы решения нелинейных уравнений и систем.	14	2	2	4			6
8	Тема 8. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ).	14	2	2	4			6
9	Тема 9. Численные методы одномерной оптимизации.	8	2	2				4
10	Тема 10. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений (ДУ) высокого порядка.	12	2	6				4
	Зачет с оценкой	+					+	
	Итого	108	20	26	8			54

4.3 Содержание дисциплины для очной формы обучения

Тема 1. Введение в элементарную теорию погрешностей.

Критерии оценки вычислений

Лекция. Понятие математического моделирования и решения инженерных задач на ПК. Корректность и обусловленность вычислительных задач. Вычислительные методы. Источники и классификация погрешностей результата численного решения задачи. Приближенные числа. Абсолютная и относительная погрешность. Погрешность арифметических операций над приближенными числами. Погрешность функции. Понятие линейного нормированного пространства. Вычисление абсолютной и относительной погрешности в линейных нормированных пространствах. Сходимость последовательностей в линейных нормированных пространствах. Критерии оценки вычислений.

Практическое занятие. Вычисление погрешностей.

Самостоятельная работа. Нахождение числа обусловленности вычислительной задачи. Определение характеристик вычислительных задач. Вычисление норм элементов в линейных нормированных пространствах.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1, 2];

Дополнительная литература: [1, 2, 3].

Тема 2. Интерполирование функций.

Лекция. Понятие об интерполяции. Интерполяция обобщенными многочленами. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционная схема Эйткина. Погрешность интерполяции. Конечные разности и их свойства. Интерполяционный многочлен Ньютона для равноотстоящих узлов. Разделенные разности и их свойства. Интерполяционный многочлен Ньютона для неравных промежутков. Оценка погрешности интерполяции по таблице конечных разностей.

Практические занятия. Интерполяция по формулам Лагранжа и Эйткина.

Вычисление значений функций по интерполяционным формулам Лагранжа и Ньютона. Оценка погрешности.

Самостоятельная работа. Составление таблиц для конечных и разделённых разностей. Интерполяционные многочлены Гаусса и Стирлинга. Интерполяционные многочлены Гаусса и Стирлинга. Интерполяционная схема Эйткина. Выполнение расчётно-графической (контрольной работы) по теме «Интерполяция функций».

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1, 2];

Дополнительная литература: [1, 2, 3].

Тема 3. Численное дифференцирование функций

Лекция. Приближенное вычисление производной по её определению. Оценка погрешности. Конечно-разностная аппроксимация производных. Вы-

числение производных с применением интерполяционных многочленов. Оценка погрешности численного дифференцирования.

Практическое занятие. Численное дифференцирование. Оценка погрешности.

Самостоятельная работа. Вычисление производных по простейшим формулам численного дифференцирования. Формулы численного дифференцирования высокого порядка.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1, 2];

Дополнительная литература: [1, 2, 3].

Тема 4. Численное интегрирование функций

Лекция. Постановка задачи численного интегрирования. Формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона. Оценка погрешности формул численного интегрирования. Вычисление определенных интегралов по формуле Гаусса. Правило Рунге практической оценки погрешности.

Практическое занятие. Численное интегрирование. Оценка погрешности.

Самостоятельная работа. Формулы численного интегрирования высокой алгебраической точности. Приближенное вычисление несобственных интегралов. Выполнение расчётно-графической (контрольной) работы по теме «Численное интегрирование».

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1, 2];

Дополнительная литература: [1, 2, 3].

Тема 5. Численные методы линейной алгебры.

Лекция. Приближенное решение систем линейных алгебраических уравнений в схеме Гаусса. Оценка погрешности. Метод невязок. Приближенное вычисление определителей в схеме Гаусса. Приближенное вычисление обратной матрицы в схеме Гаусса. Метод простых итераций решения систем линейных уравнений. Достаточное условие сходимости итерационного процесса. Оценка числа итераций и погрешности.

Практическое занятие. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.

Самостоятельная работа. Уменьшение погрешности решения задач линейной алгебры методом невязок. Разработка алгоритмов решения линейной алгебры. Выполнение расчётно-графической (контрольной) работы по теме «Численные методы линейной алгебры».

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1, 2];

Дополнительная литература: [1, 2, 3].

Тема 6. Методы приближения и аппроксимация функций

Лекция. Интегральная и точечная среднеквадратичная аппроксимация функций. Постановка задачи аппроксимации функций по методу наименьших квадратов (МНК). Выбор системы линейно-независимых функций для построения нормальной системы уравнений в МНК.

Практическое занятие. Подбор аппроксимирующей функции.

Самостоятельная работа. Выравнивание экспериментальных данных. Интегральное и точечное приближение функций алгебраическими многочленами Лежандра и Чебышева.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1, 2];

Дополнительная литература: [1, 2, 3].

Тема 7. Численные методы решения нелинейных уравнений и систем

Лекция. Методы отделения корней уравнения. Метод половинного деления. Метод касательных (Ньютона). Метод итераций. Достаточные условия сходимости итерационных процессов. Решение систем нелинейных уравнений методом итераций. Оценка погрешности решения итерационных методов.

Практическое занятие. Численные методы решения нелинейных уравнений и систем.

Лабораторная работа. Решение систем нелинейных уравнений.

Самостоятельная работа. Разработка алгоритмов численного решения нелинейных уравнений. Составление алгоритмов решения нелинейных уравнений и систем методом итераций.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1, 2];

Дополнительная литература: [1, 2, 3].

Тема 8. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ)

Лекция. Понятие о численном решении задачи Коши. Классификация методов. Метод Эйлера и его модификации. Метод Рунге-Кутты. Правило Рунге практической оценки погрешности.

Практическое занятие. Численное решение ОДУ 1-го порядка методами Эйлера и Рунге-Кутты.

Лабораторная работа. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений.

Самостоятельная работа. Метод Адамса с итерациями. Составление алгоритмов численного решения ОДУ 1-го порядка.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1, 2];

Дополнительная литература: [1, 2, 3].

Тема 9. Численные методы одномерной оптимизации

Лекция. Необходимые и достаточные условия экстремума в задачах одномерной оптимизации. Унимодальные функции. Схема сужения промежутка

унимодальности функции. Метод половинного деления. Метод золотого сечения. Метод сканирования.

Практическое занятие. Решение задач на нахождение минимума функции одной переменной разными методами.

Самостоятельная работа. Составление алгоритмов безусловной оптимизации для функции одной переменной.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1, 2];

Дополнительная литература: [1, 2, 3].

Тема 10. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений (ДУ) высокого порядка

Лекция. Численные методы решения ДУ высокого порядка. Численные методы решения систем ДУ высокого порядка.

Практическое занятие. Численные методы решения ДУ высокого порядка и систем ДУ высокого порядка.

Самостоятельная работа. Составление алгоритмов решения ДУ и систем ДУ высокого порядка.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1, 2];

Дополнительная литература: [1, 2, 3].

5. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

При реализации программы дисциплины используются лекционные, практические занятия и лабораторные работы.

Общими целями занятий являются:

- обобщение, систематизация, углубление, закрепление теоретических знаний по конкретным темам дисциплины;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализация единства интеллектуальной и практической деятельности;
- выработка при решении поставленных задач профессионально значимых качеств: самостоятельности, ответственности, точности, творческой инициативы.

Целями лекции являются:

- формирование систематизированных научных знаний по дисциплине с акцентом внимания на наиболее сложных вопросах построения математических моделей;
- стимулирование активной познавательной деятельности обучающихся, способствующей формированию их творческого мышления.

В ходе практического занятия обеспечивается процесс активного взаимодействия обучающихся с преподавателем; приобретаются практические навыки и умения. Цель практического занятия: углубить и закрепить знания, полученные на лекции; формирование навыков использования знаний для решения

практических задач; выполнение тестовых заданий по проверке полученных знаний и умений.

Целью проведения лабораторных работ является формирование практических умений и навыков с использованием элементов исследовательского характера, позволяющих эффективно применять математический аппарат в процессе решения учебных и профессионально-ориентированных задач.

Поставленная цель достигается путем выполнения обучающимися лабораторных работ с использованием методических разработок и контроля выполнения работ преподавателем.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим занятиям, выполнение расчётно-графических (контрольных) работ.

6. Оценочные материалы по дисциплине

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины, проводится в соответствии с содержанием дисциплины по видам занятий в форме опроса, решения задач, тестирования, решения задач, выполнения расчётно-графических (контрольных) работ.

Промежуточная аттестация обеспечивает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине, проводится в форме зачёта.

6.1. Примерные оценочные материалы:

6.1.1. Текущего контроля

Примерные вопросы для опроса:

1. Классификация вычислительных методов.
2. Правила записи абсолютной погрешности.
3. Правила записи относительной погрешности.
4. Определение верных цифр в результате по абсолютной погрешности.
5. Определение верных цифр в результате по относительной погрешности
6. Арифметические операции над приближенными числами. Оценка погрешности.
7. Корректность вычислительной задачи.
8. Обусловленность вычислительной задачи.
9. Норма линейного нормированного пространства.
10. Примеры линейного нормированного пространства.
11. Нормы векторов и матриц.
12. Нормы функций, непрерывных на отрезке.
13. Расстояние в линейных нормированных пространствах

14. Сходимость последовательностей в линейных нормированных пространствах.
15. Постановка задачи интерполяции.
16. Условие существования единственного интерполяционного многочлена.
17. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
18. Интерполяционный многочлен Эйткина.
19. Интерполяционный многочлен Ньютона.
20. Конечные и разделённые разности функции.
21. Порядок точности по шагу простейших формул численного дифференцирования.
22. Порядок точности по шагу формул численного интегрирования.
23. Достаточное условие сходимости метода итераций для решения СЛАУ.
24. Критерий аппроксимации функций по методу наименьших квадратов.
25. Правила отделения корней нелинейных уравнений.
26. Условие сходимости метода Ньютона решения нелинейных уравнений.
27. Классификация методов решения обыкновенных ДУ.
28. Порядок точности по шагу методов решения обыкновенных ДУ.
29. Постановка задачи численного решения ОДУ первого порядка.
30. Правило приведения ОДУ высокого порядка к системе ОДУ первого порядка.

Примерная тематика расчетно-графических (контрольных) работ:

1. Интерполяция функций.
2. Численное интегрирование.
3. Численные методы решения СЛАУ.

Типовые задачи:

1. Округляя числа до трех значащих цифр (по правилу дополнения), определите абсолютную и относительную погрешности полученных приближенных чисел:
 - а) $a=2,1514$.
 - б) $a=94,525$.
2. Определите абсолютную погрешность приближенных чисел по их относительным погрешностям и количество верных значащих цифр:
 - а) $a^*=13267$; $\delta(a^*)=0,1\%$.
 - б) $a^*=0,896$; $\delta(a^*)=10\%$.
3. Определите количество верных знаков в числе x^* , если известна его абсолютная погрешность:
 - а) $x^*=0,3941$; $\Delta(x^*)=0,0025$.
 - б) $x^*=345,831$; $\Delta(x^*)=0,14 \cdot 10^{+2}$.

в) $x^*=0,00035$; $\Delta(x^*)=0,18 \cdot 10^{-2}$.

4. Найдите суммы приближенных чисел, укажите их погрешности и количество верных значащих цифр, считая все знаки в слагаемых верными

а) $0,145+321+78,2$;

б) $0,301+193,1+11,58$;

5. Найдите суммы приближенных чисел, укажите их погрешности и количество верных значащих цифр:

$x_1 + x_2 - x_3$, где $x_1 = 197,6$; $\Delta(x_1) = 0,2$;

$x_2 = 23,44$; $\Delta(x_2) = 0,22$;

$x_3 = 201,55$; $\Delta(x_3) = 0,17$.

6. Найдите произведение приближенных чисел, укажите их погрешности и количество верных значащих цифр, считая все знаки в исходных данных верными:

а) $3,49 \cdot 8,6$;

б) $25,1 \cdot 1,743$.

7. Найдите частное приближенных чисел, считая в исходных данных все знаки верными:

а) $5,684:5,032$;

б) $0,144:1,2$.

8-9. Вычислите значение функции при указанном значении переменной x , найдите абсолютную и относительную погрешности результата, оцените качество результата по погрешности.

а) $y = x^3 \sin x$ при $x = \sqrt{2}$ ($\sqrt{2} \approx 1,414$);

б) $y = x \ln x$ при $x = \pi$ ($\pi \approx 3,142$).

10-11. Вычислите значение функции при указанных значениях аргументов. Оцените качество результата по абсолютной и относительной погрешностям:

а) $U = \ln(x_1 + x_2^2)$; $x_1 = 0,97$; $x_2 = 1,132$;

б) $U = \frac{x_1 + x_2^2}{x_3}$; $x_1 = 3,28$; $x_2 = 0,932$; $x_3 = 1,132$.

12-13. Какова должна быть точность аргумента x , чтобы получить значения функции с точностью $\Delta y = 0,1 \cdot 10^{-5}$?

а) $y = x^3 \cdot \sin x$; $x = \sqrt{2}$;

б) $y = x \ln x$; $x = \pi$.

14. С какой точностью должны быть вычислены аргументы, чтобы погрешность вычисления функции составляла $\Delta y = 0,5 \cdot 10^{-4}$?

$$U = \ln(x_1 + x_2^2) \quad x_1 = 0,9731; \quad x_2 = 1,13214.$$

15. Даны векторы:

$$A = \begin{pmatrix} -2 \\ 3 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 2 \\ 4 \end{pmatrix}, \quad C = \begin{pmatrix} 1 \\ -2 \\ 0 \\ 4 \end{pmatrix}, \quad D = \begin{pmatrix} 3 \\ 0 \\ -2 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Вычислить их m -, ℓ -, k -нормы и найти расстояния $d(A, B)$ и $d(C, D)$ для каждой из этих норм.

16. Даны два вектора:

$$A = \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

На координатной плоскости Ox_1x_2 указать множество точек $(x_1; x_2)$, для которых:

$$\|X - A\|_k + \|X - B\|_k = 4.$$

17. Вычислить равномерные и квадратичные нормы функций $x(t)$ и $y(x)$ и определить расстояние $d(x, y)_C$ и $d(x, y)_{L^2}$:

$$x(t) = 1 - t, \quad y(t) = t^2 - t, \quad t \in [0; 1].$$

18-19. Найти пределы последовательностей векторов и матриц при $k \rightarrow \infty$:

$$a) \begin{pmatrix} \frac{\sqrt{4k^2 - 3}}{2k + 1} \\ \frac{(k + 3)^2}{2k^2} \end{pmatrix};$$

$$б) \begin{pmatrix} \frac{12k + 5}{\sqrt[3]{27k^3 - 6}} & \frac{6k - 5}{1 - \sqrt{k^4 + 3}} \\ \left(\frac{2k^2}{1 - k^2} + 3^{1/k} \right) & \frac{-4^{k+2}}{5^k} \end{pmatrix}.$$

20. Показать, что последовательность функций $x^{(k)}(t)$ сходится в среднем квадратичном к предельной функции $x(t)$:

$$x^{(k)}(t) = 1 - t^k, \quad t \in [0;1], \quad x(t) = 1, \quad t \in [0;1];$$

$k=1,2,\dots$

21-22. Построить интерполяционный многочлен Лагранжа по следующим данным:

а)

i	0	1	2
x_i	0	2	3
y_i	1	3	2

б)

i	0	1	2
x_i	1	2	4
y_i	2	3	5

23-24. Вычислить заданные интегралы по формулам прямоугольников, трапеций и Симпсона при $n = 2$ и $n = 4$. Оценить погрешность результатов.

$$\int_0^1 \frac{dx}{1+x^2}, \quad I = \frac{\pi}{4} \approx 0,785.$$

$$\int_0^1 \frac{dx}{1+x}, \quad I = \ln 2 \approx 0,693.$$

25. Решить системы линейных алгебраических уравнений методом итераций.

$$A = \begin{pmatrix} 5 & 0 & 1 \\ 1 & 3 & -1 \\ -3 & 2 & 10 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 11 \\ 4 \\ 6 \end{pmatrix}, \quad \xi = \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

26. Методом итераций решить нелинейные уравнения с точностью $\varepsilon = 10^{-2}$

$$x^4 - 3x - 20 = 0 \quad (x > 0);$$

27. Найти решение задачи Коши дифференциального уравнения первого порядка на отрезке $[a,b]$ с шагом $h=0,1$ методом Эйлера. Оценить погрешность по правилу Рунге.

$$y' = \frac{1+xy}{x^2}, \quad y|_{x=1} = 0, \quad 1 \leq x \leq 2, \quad \varphi(x) = \frac{1}{2} \left(x - \frac{1}{x} \right).$$

28. Найдите численное решение задачи Коши методом Эйлера $y' = 0,25y^2 + x^2$, $y(0) = -1$ на интервале $[0; 0,5]$ с шагом $0,1$. Оцените погрешность метода, используя правило Рунге.

Типовые задания для тестирования:

Вопрос 1.

Если последовательные значения функции, являющейся решением задачи Коши для дифференциального уравнения $y' = 2y$ с начальными условиями $y(x_0) = y_0$, $x = x_0$, находятся по методу Эйлера с шагом 0,1, то y_1 равно ...

- Ответы:
- а) $x_0 + 0,2y_0$
 - б) $1,2y_0$
 - в) $y_0 + 0,2x_0$
 - г) $0,2y_0$.

Вопрос 2.

С помощью квадратурных формул интерполяционного типа могут быть решены задачи

- Ответы:
- а) численного дифференцирования
 - б) численного решения дифференциальных уравнений
 - в) численного интегрирования
 - г) численного решения нелинейных уравнений

Вопрос 3.

Квадратурная формула Ньютона-Котеса с тремя узлами называется также формулой

- Ответы:
- а) прямоугольников
 - б) трапеций
 - в) Рунге
 - г) Симпсона.

Вопрос 4.

При начальном условии $y(x_0) = y_0$ итерационная последовательность с шагом h метода Эйлера решения задачи Коши для дифференциального уравнения $y' = f(x, y)$ имеет вид

- Ответы:
- а) $y_{i+1} = y_i + f(x_i, y_i), \quad i = 0, 1, \dots$
 - б) $y_{i+1} = y_i + hf(x_i, y_i), \quad i = 0, 1, \dots$
 - в) $y_{i+1} = y_i - f(x_i, y_i), \quad i = 0, 1, \dots$
 - г) $y_{i+1} = hf(x_i, y_i), \quad i = 0, 1, \dots$

Вопрос 5.

Порядок точности метода Эйлера решения задачи Коши по шагу

- Ответы:
- а) $O(h)$
 - б) $O(h^2)$
 - в) $O(h^3)$
 - г) $O(h^4)$.

Вопрос №6.

Порядок точности метода Эйлера-Коши по шагу

- Ответы:
- а) $O(h)$
 - б) $O(h^2)$**
 - в) $O(h^3)$
 - г) $O(h^4)$.

Вопрос 7.

Суммарная погрешность метода Эйлера-Коши имеет порядок

- Ответы:
- а) $O(h)$
 - б) $O(h^2)$**
 - в) $O(h^3)$
 - г) $O(h^4)$.

Вопрос 8.

Суммарная погрешность метода Рунге-Кутты имеет порядок

- Ответы:
- а) $O(h^2)$
 - б) $O(h^3)$
 - в) $O(h^4)$**
 - г) $O(h^5)$.

Вопрос №9.

Решение систем линейных алгебраических уравнений в схеме Гаусса численным методом состоит в приведении матрицы коэффициентов системы к

- Ответы:
- а) диагональному виду
 - б) единичной матрице**
 - в) матрице меньшей размерности
 - г) треугольному виду.

Вопрос 10.

Вычисление определителя методом последовательного исключения неизвестных предполагает приведение матрицы к

- Ответы:
- а) диагональному виду
 - б) треугольному виду**
 - в) матрице меньшей размерности
 - г) трехдиагональной.

Вопрос 11.

Методом Эйлера найти приближенно значение $y(1,01)$ решения дифференциального уравнения $\frac{dy}{dt} = 2\frac{y}{t} + 2t^3$, удовлетворяющего начальному условию: при $t=1$ $y=6$, выбрав шаг $h=0,01$.

- Ответы:
- а) 3,41
 - б) 6,14**
 - в) 5,01
 - г) 3,21.

Вопрос 12.

Построить итерационную последовательность метода Ньютона для решения уравнения $10x - e^x = 0$.

Ответы: а) $x_{n+1} = x_n - \frac{10x_n - e^{x_n}}{10 - e^{x_n}}$

б) $x_{n+1} = 10x_n - e^{x_n}$

в) $x_{n+1} = \frac{1}{10} e^{x_n}$

г) $x_{n+1} = x_n - e^{\frac{x_n}{10}}$.

Вопрос 13.

Методом Эйлера найти приближенно значение $y(1,01)$ решения дифференциального уравнения $\frac{dy}{dt} = \frac{y}{t} + 3t^3$, удовлетворяющего начальному условию: при $t=1$ $y=4$, выбрав шаг $h=0,01$.

Ответы: а) 4,07

б) 1,01

в) 5,41

г) 3,01.

Вопрос 14.

Построить итерационную последовательность метода Ньютона для решения уравнения $x^3 + 3x^2 - 3 = 0$.

Ответы: а) $x_{n+1} = x_n^3 - 3x_n^2 - 3$

б) $x_{n+1} = (3x_n^2 - 3)^{\frac{1}{3}}$

в) $x_{n+1} = x_n - \frac{x_n^3 + 3x_n^2 - 3}{3x_n^2 + 6x_n}$

г) $x_{n+1} = x_n - 3$.

Вопрос 15.

Методом Эйлера найти приближенно значение $y(1,005)$ решения дифференциального уравнения $\frac{dy}{dt} = 2\frac{y}{t^2} + 4t^3$, удовлетворяющего начальному условию: при $t=1$ $y=4$, выбрав шаг $h=0,005$.

Ответы: а) 3,005

б) 6,14

в) 4,06

г) 3,01.

Вопрос 16.

Построить итерационную последовательность метода Ньютона для решения уравнения $x - \sin x = 0,25$.

Ответы: а) $x_{n+1} = x_n - \frac{x_n - \sin x_n - 0,25}{1 - \cos x_n}$

- б) $x_{n+1} = x_n - \sin x_n$
 в) $x_{n+1} = \sin x_n + 0,25$
 г) $x_{n+1} = x_n - 0,25$.

Вопрос 17.

Методом Эйлера найти приближенно значение $y(1,02)$ решения дифференциального уравнения $\frac{dy}{dt} = 3\frac{y}{t^3} + t^2$, удовлетворяющего начальному условию: при $t=1$ $y=4$, выбрав шаг $h=0,02$.

- Ответы: а) 4,26
 б) 6,14
 в) 3,42
 г) 4,12.

Вопрос 18.

Построить итерационную последовательность метода Ньютона для решения уравнения $x^5 + 2x^3 = 4$.

- Ответы: а) $x_{n+1} = (4 - 2x_n^3)^{\frac{1}{5}}$
 б) $x_{n+1} = x_n - \frac{x_n^5 + 2x_n^3 - 4}{5x_n^4 + 6x_n^2}$
 в) $x_{n+1} = 5x_n^4 + 6x_n^2$
 г) $x_{n+1} = x_n - 4,25$.

Вопрос 19.

Метод Эйлера решения задачи Коши имеет суммарный порядок точности относительно шага h

- Ответы: а) h
 б) h^3
 в) h^4
 г) h^5 .

Вопрос 20.

Методом Эйлера найти приближенно значение $y(1,01)$ решения дифференциального уравнения $\frac{dy}{dt} = 3\frac{y}{t^2} + 2t^4$, удовлетворяющего начальному условию: при $t=1$ $y=5$, выбрав шаг $h=0,01$.

- Ответы: а) 15,05
 б) 5,0
 в) 5,17
 г) 3,05.

6.1.2. Промежуточной аттестации

Примерный перечень вопросов, выносимых на зачет с оценкой

1. Математическое моделирование и решение инженерных задач на ПК.
2. Классификация вычислительных задач.

3. Корректность вычислительных задач.
4. Обусловленность вычислительных задач.
5. Классификация вычислительных методов.
6. Методы эквивалентных преобразований. Примеры.
7. Методы аппроксимации. Примеры.
8. Условие сходимости методов аппроксимации.
9. Прямые (точные) вычислительные методы. Примеры.
10. Итерационные вычислительные методы. Примеры.
11. Статистические вычислительные методы. Примеры.
12. Условие сходимости и останова итерационных методов.
13. Источники и классификация погрешностей численного решения задачи.
14. Приближенные числа. Правила записи приближенных чисел.
15. Абсолютная погрешность приближенного числа. Правила записи.
16. Относительная погрешность приближенного числа. Правила записи.
17. Понятие верной цифры в приближенном числе и правило нахождения.
18. Погрешность суммы и разности приближенных чисел.
19. Погрешность произведения и частного приближенных чисел.
20. Погрешность вычисления функции одной переменной.
21. Погрешность вычисления функции нескольких переменных.
22. Обратная задача теории погрешности для функции одной переменной.
23. Обратная задача теории погрешности для функции нескольких переменных.
24. Погрешность арифметических операций над приближенными числами.
25. Погрешность функции.
26. Особенности машинной арифметики.
27. Понятие линейного нормированного пространства. Примеры.
28. Понятие нормы в линейном нормированном пространстве векторов.
29. Понятие нормы в линейном нормированном пространстве матриц.
30. Понятие нормы в линейном нормированном пространстве функций, непрерывных на отрезке.
31. Понятие кубической нормы. Примеры.
32. Понятие октаэдрической нормы. Примеры.
33. Понятие равномерной нормы. Примеры.
34. Понятие квадратичной нормы. Примеры.
35. Вычисление расстояния в линейных нормированных пространствах.
36. Вычисление абсолютной и относительной погрешности в линейных нормированных пространствах.
37. Сходимость последовательностей в линейных нормированных пространствах.

38. Понятие об интерполяции. Интерполяция обобщенными многочленами.
39. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
40. Интерполяционная схема Эткина.
41. Погрешность интерполяции по формуле Лагранжа.
42. Конечные разности и их свойства.
43. Интерполяционный многочлен Ньютона для равноотстоящих узлов.
44. Разделенные разности и их свойства.
45. Интерполяционный многочлен Ньютона для неравных промежутков.
46. Оценка погрешности интерполяции по таблице конечных разностей.
47. Приближенное вычисление производной по её определению. Оценка погрешности.
48. Конечно-разностная аппроксимация производных.
49. Вычисление производных с использованием интерполяционного многочлена Лагранжа.
50. Вычисление производных с использованием интерполяционного многочлена Ньютона.
51. Вычисление производных в промежуточных узлах таблицы.
52. Формулы прямоугольников численного интегрирования. Оценка погрешности.
53. Формула трапеций численного интегрирования. Оценка погрешности.
54. Формула Симпсона численного интегрирования. Оценка погрешности.
55. Правило Рунге практической оценки погрешности.
56. Оценка погрешности результата численного интегрирования по таблице конечных разностей.
57. Порядок точности формул численного интегрирования.
58. Формула Гаусса численного интегрирования.
59. Численное интегрирование несобственных интегралов первого рода.
60. Численное интегрирование несобственных интегралов второго рода.
61. Приближенное решение систем линейных алгебраических уравнений в схеме Гаусса.
62. Приближенное вычисление определителя в схеме Гаусса.
63. Приближенное вычисление обратной матрицы в схеме Гаусса.
64. Итерационный метод решения СЛАУ. Необходимое и достаточное условия сходимости метода.
65. Постановка задачи численного решения нелинейных уравнений. Требование к функции и к её первой и второй производных на участке непрерывности функции.
66. Графический метод отделения корней нелинейного уравнения.

67. Аналитический метод отделения корней нелинейного уравнения.
68. Метод дихотомии численного решения нелинейного уравнения.
69. Метод Ньютона (касательных) при численном решении нелинейного уравнения.
70. Достаточное условие сходимости метода Ньютона решения нелинейного уравнения.
71. Постановка задачи численного решения нелинейного уравнения методом итераций.
72. Достаточное условие сходимости метода итераций решения нелинейного уравнения.
73. Оценка числа итераций при решении нелинейного уравнения.
74. Метод итераций решения нелинейного уравнения.
75. Постановка задачи численного решения систем нелинейных уравнений.
76. Графическое отделение корней системы нелинейных уравнений.
77. Достаточное условие сходимости метода итераций при решении систем нелинейных уравнений.
78. Правило достижения достаточного условия сходимости процесса итераций при решении систем нелинейных уравнений.
79. Метод итераций решения систем нелинейных уравнений.
80. Постановка задачи точечной аппроксимации функций методом наименьших квадратов (МНК). Критерий аппроксимации по МНК.
81. Постановка задачи интегральной аппроксимации функций по методу наименьших квадратов (МНК). Критерий аппроксимации по МНК.
82. Запись необходимого условия минимума критерия аппроксимации методом наименьших квадратов (МНК).
83. Составление нормальной системы линейных уравнений в МНК.
84. Точечная линейная аппроксимация функций методом наименьших квадратов (МНК). Составление системы линейных уравнений для решения задачи.
85. Интегральная линейная аппроксимация функций методом наименьших квадратов (МНК). Составление системы линейных уравнений для решения задачи.
86. Составление таблицы для оценки погрешности аппроксимации функций методом наименьших квадратов. Оценка погрешности аппроксимации по m -норме.
87. Составление таблицы для оценки погрешности аппроксимации функций методом наименьших квадратов. Оценка погрешности аппроксимации по k -норме.
88. Оценка погрешности аппроксимации функций по методу наименьших квадратов.
89. Выравнивание исходных данных и подбор аппроксимирующей функции методом наименьших квадратов.
90. Постановка задачи численного решения ОДУ первого порядка. Классификация методов.

91. Метод Эйлера численного решения ОДУ первого порядка. Порядок точности метода по шагу.
92. Метод Эйлера-Коши численного решения ОДУ первого порядка. Порядок точности метода по шагу.
93. Метод Рунге-Кутта численного решения ОДУ первого порядка. Порядок точности метода по шагу.
94. Метод Адамса численного решения ОДУ первого порядка. Порядок точности метода по шагу.
95. Правило Рунге оценки погрешности численного решения ОДУ первого порядка. Составление таблицы для оценки погрешности.
96. Постановка задачи численного решения одномерной минимизации функции. Достаточное условие унимодальности функции на отрезке.
97. Метод половинного деления одномерной минимизации функции.
98. Метод «золотого сечения» одномерной минимизации функций.
99. Метод сканирования одномерной минимизации функций.
100. Постановка задачи численного решения нормальной системы ДУ первого порядка.
101. Метод Рунге-Кутта решения нормальной системы ДУ первого порядка.
102. Метод Эйлера решения нормальной системы ДУ первого порядка.
103. Способ приведения системы ДУ высокого порядка к нормальной системе ДУ. Пример.
104. Метод Ньютона решения системы нелинейных уравнений.
105. Достаточное условие сходимости метода Ньютона при решении нелинейных уравнений.
106. Численное решение ДУ высокого порядка методом Эйлера.
107. Численное решение ДУ высокого порядка методом Рунге-Кутта.
108. Оценка погрешности при численном решении ДУ высокого порядка.
109. Правило Рунге практической оценки погрешности численного решения нормальной системы ДУ первого порядка.
110. Метод численного решения ДУ высокого порядка.
111. Метод численного решения систем ДУ высокого порядка.
112. Сравнительная оценка по точности численных методов ДУ первого порядка.
113. Многошаговые методы решения ДУ первого порядка. Примеры.
114. Методы прогноза и коррекции решения ДУ первого порядка. Примеры.

6.2. Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок

Форма контроля	Показатели оценивания	Критерии оценивания	Оценка
зачет с	правильность и	выставляется, если обучающийся раскрыл	отлично

оценкой	полнота ответа	содержание вопросов в объеме, предусмотренном рабочей программой дисциплины, изложил материал грамотным языком в определенной логической последовательности, точно используя терминологию; способен выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи; отвечал самостоятельно, без наводящих вопросов преподавателя; правильно и обоснованно выполнил практические задания (при наличии). Возможны неточности при освещении второстепенных вопросов, которые обучающийся легко исправил по замечанию преподавателя.	
		выставляется, если ответ обучающегося удовлетворяет в основном требованиям на оценку «отлично», но при этом допущены одна - две неточности при раскрытии основного содержания ответа, исправленные самостоятельно, по замечанию преподавателя.	хорошо
		выставляется, если обучающийся недостаточно полно раскрыл содержание вопросов, допускает нарушения логической последовательности изложения материала, неточности при выполнении практических заданий (при наличии), испытывает затруднения при ответе на дополнительные вопросы, но показал общее понимание вопроса и продемонстрировал достаточные умения.	удовлетворительно
		выставляется, если обучающийся не раскрыл основное содержание учебного материала; демонстрирует незнание или неполное понимание большей или наиболее важной части учебного материала; с большими затруднениями выполняет практические задания (при наличии) или не справляется с ними самостоятельно.	неудовлетворительно

7. Ресурсное обеспечение дисциплины

7.1. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

1. Лицензия №217800111-ore-2.12-client-6196

Выдана «ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России» на право использования: Astra Linux Common Edition релиз Орел

Срок действия: бессрочно

2. Лицензия №217800111-alse-1.7-client-medium-x86_64-0-14545

Выдана «ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России» на право использования: Astra Linux Special Edition

Срок действия: бессрочно

3. Лицензия №217800111-alse-1.7-client-medium-x86_64-0-14544

Выдана «ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России» на право использования Astra Linux Special Edition

Срок действия: бессрочно

4. ПО «Р7-Офис. Профессиональный»

Выдана: «ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет МЧС России»

Срок действия: бессрочно

7.2. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Сервер органов государственной власти Российской Федерации <http://россия.пф/> (свободный доступ);

2. Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru/> (свободный доступ);

3. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru> (свободный доступ);

4. Система официального опубликования правовых актов в электронном виде <http://publication.pravo.gov.ru> (свободный доступ);

5. Федеральный портал «Совершенствование государственного управления» <https://ar.gov.ru> (свободный доступ);

6. Электронная библиотека университета <http://elib.igps.ru> (авторизованный доступ);

7. Электронно-библиотечная система «ЭБС IPR BOOKS» <http://www.iprbookshop.ru> (авторизованный доступ).

8. Электронно-библиотечная система "Лань" <https://e.lanbook.com> (авторизованный доступ).

7.3. Литература

Основная литература:

1. Каменецкая, Наталия Владимировна. Линейная алгебра и аналитическая геометрия [Текст] : учебное пособие. Ч. 1. Элементы линейной алгебры / Н. В. Каменецкая, 2015. - 116 с. Режим доступа:

<http://elib.igps.ru/?41&type=card&cid=ALSFR-696fdd29-919a-447e-aae1-83befbdc37bc>

2. Каменецкая, Наталия Владимировна. Вычислительная математика. Критерии оценки вычислений [Текст] : учебное пособие : [гриф УМО] / Н. В. Каменецкая, 2018. - 124 с. Режим доступа:

<http://elib.igps.ru/?8&type=card&cid=ALSFR-00b39013-a0b3-44c2-ac7c-8a1c75c98826&remote=false>

Дополнительная литература:

1. Каменецкая, Наталия Владимировна. Вычислительная математика [Текст]: учебное пособие. Ч.1. Вычислительные методы [гриф НМС по математике Минобрнауки РФ] / Н. В. Каменецкая ; ред. Э. Н. Чижиков, 2018. - 116 с. Режим доступа: <http://elib.igps.ru/?24&type=card&cid=ALSFR-3033af98-8502-4168-834b-f7de25fb1a56&remote=false>
2. Каменецкая, Наталия Владимировна. Вычислительная математика [Текст]: учебное пособие. Ч.II. Вычислительные методы [гриф НМС по математике Минобрнауки РФ] / Н. В. Каменецкая ; ред. Э. Н. Чижиков, 2018. - 112 с. Режим доступа: <http://elib.igps.ru/?6&type=card&cid=ALSFR-a90da4a8-3b27-4e4b-b3bb-86968a2b573b&remote=false>
3. Математические методы оптимизации процессов оперативного реагирования сил и средств МЧС России: учебное пособие: [гриф МЧС] Каменецкая Н.В. [и др.] Издательство: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, 2022. – 116 с. Режим доступа: <http://elib.igps.ru/?21&type=card&cid=ALSFR-3b185da9-9991-4aec-80b0-d72f53b2925b&remote=false>

7.4. Материально-техническое обеспечение

Для проведения и обеспечения занятий используются помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: автоматизированное рабочее место преподавателя, маркерная доска, мультимедийный проектор, посадочные места обучающихся.

Для проведения лабораторных работ используется лаборатория вычислительной техники.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде университета.

Авторы: кандидат педагогических наук, доцент Трофимец Елена Николаевна, кандидат технических наук, доцент Каменецкая Наталия Владимировна.