

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФМАТ  В.И. Ряжских
«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«Численные методы»

Специальность 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей

Специализация Проектирование жидкостных ракетных двигателей

Квалификация выпускника инженер


Нормативный период обучения 5 лет и 6 м.

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2021

Авторы программы


 / А.В. Ряжских /

 / Е.А. Соболева /

Заведующий кафедрой
Прикладной математики и
механики

 / В.И. Ряжских /

Руководитель ОПОП

 / В.С. Рачук /

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

- воспитание достаточно высокой математической культуры,
- привитие навыков современных видов математического мышления,
- использование математических методов в практической деятельности,
- развитие способностей к логическому и алгоритмическому мышлению.

Изучение дисциплины должно способствовать формированию у студентов основ научного мышления, в том числе: пониманию границ применимости математических понятий и теорий; умению оценивать степень достоверности результатов теоретических и экспериментальных исследований; умению планировать математический эксперимент и обрабатывать его результаты с использованием современных методов.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- Дать ясное понимание необходимости математического образования в общей подготовке инженера, в том числе выработать представление о роли и месте математики в современной цивилизации и мировой культуре.
- Дать достаточную общность математических понятий и конструкций, обеспечивающую широкий спектр их применимости, разумную точность формулировок математических свойств изучаемых объектов, логическую строгость изложения математики, опирающуюся на адекватный современный математический язык.
- Научить использовать численные методы в инженерных расчетах.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Численные методы» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Численные методы» направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий

ОПК-1 - Способен применять естественнонаучные и общинженерные и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности;

ОПК-8 - Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
УК-1	знать процедуры критического анализа, методики анализа результатов исследования и разработки стратегий проведения исследований, организации процесса принятия решения в численных методах;

	<p>уметь принимать конкретные решения для повышения эффективности процедур анализа проблем, принятия решений и разработки стратегий в численных методах</p> <p>владеть методами установления причинно-следственных связей и определения наиболее значимых среди них; методиками постановки цели и определения способов ее достижения; методиками разработки стратегий действий при проблемных ситуациях в численных методах</p>
ОПК-1	<p>знать основные методы приближения таблично и аналитически заданных функций; основные приближенные методы решения систем линейных алгебраических уравнений; приближенные методы решения нелинейных уравнений и систем; основные понятия численного дифференцирования функций, заданных табличными значениями, численного интегрирования; решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений; современные методы численных методов для построения математических моделей задач, возникающих при проведении научных исследований и в профессиональной деятельности;</p> <p>уметь пользоваться расчетными формулами и теоремами при решении задач численными методами; применять методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений к решению типовых и практических инженерных задач профессиональной деятельности</p> <p>владеть навыками применения современного математического инструментария для анализа результатов расчетов и обоснования полученных выводов при проведении научных исследований, а также в профессиональной деятельности применительно к конкретным задачам проектирования двигателей и энергетических установок летательных аппаратов.</p>
ОПК-8	<p>знать основные команды программных пакетов</p> <p>уметь применять квадратурные формулы к вычислению определенных интегралов с помощью компьютерных программ; применять численные методы к решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений при разработке алгоритмов</p> <p>владеть методами разработки алгоритмов и адаптации их для отладки компьютерных программ при решение практических задач в профессиональной деятельности с помощью численных методов</p>

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Численные методы» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
Аудиторные занятия (всего)	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	108	108
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Методы аппроксимации функций	Задачи и способы аппроксимации функций. Постановка задачи интерполирования, локальная и глобальная интерполяция. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Конечные разности и их свойства. Конечноразностные интерполяционные формулы. Среднеквадратичное приближение функций. Простейшая обработка эмпирических данных методом наименьших квадратов.	2	2	18	22
2	Методы решения систем линейных уравнений	Решение систем линейных уравнений методом итераций. Приведение систем уравнений к виду, удобному для итераций. Метод Зейделя.	2	2	18	22
3	Методы решения нелинейных уравнений и систем нелинейных уравнений	Графическое и аналитическое отделение корней нелинейного уравнения. Метод половинного деления. Метод касательных (метод Ньютона). Метод итераций. Решение систем нелинейных уравнений методом итераций и методом Ньютона.	2	2	18	22
4	Численное дифференцирование	Постановка задачи дифференцирования. Вывод формул численного дифференцирования. Конечно - разностные аппроксимации производных	4	4	18	26
5	Численное интегрирование	Задачи численного интегрирования. Квадратурные формулы прямоугольников, трапеций и Симпсона. Принцип Рунге практического оценивания погрешностей.	4	4	18	26
6	Приближенные методы решения начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений	Постановка задачи. Классификация приближенных методов. Метод последовательных приближений. Простые и исправленный методы Эйлера. Методы Рунге-Кутты произвольного и четвертого порядков. Решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка методом Адамса.	4	4	18	26
Итого			18	18	108	144

5.2 Перечень лабораторных работ

- 1) Методы аппроксимации функций
- 2) Методы решения систем линейных уравнений
- 3) Методы решения нелинейных уравнений и систем нелинейных уравнений
- 4) Численное дифференцирование
- 5) Численное интегрирование
- 6) Приближенные методы решения начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений
- 7) Приближенные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
УК-1	знать процедуры критического анализа, методики анализа результатов исследования и разработки стратегий проведения исследований, организации процесса принятия решения в численных методах;	Обучающийся знает теоретический материал, относящийся к данной компетенции (в том числе знает правила, последовательность, алгоритм выполнения действий, умений). Может его воспроизвести (с разной степенью точности), ответить на уточняющие вопросы.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь принимать конкретные решения для повышения эффективности процедур анализа проблем, принятия решений и разработки стратегий в численных методах	Обучающийся демонстрирует умения (с различной степенью самостоятельности), относящиеся к данной компетенции.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами установления причинно-	Владение знаниями и умениями, как готовность	Выполнение работ в срок,	Невыполнение работ в срок,

	следственных связей и определения наиболее значимых среди них; методиками постановки цели и определения способов ее достижения; методиками разработки стратегий действий при проблемных ситуациях в численных методах	самостоятельного применения демонстрировать, осуществлять деятельность в различных ситуациях, относящихся к данной компетенции. Обучающийся способен отбирать и интегрировать имеющиеся знания и умения исходя из поставленной цели, проводить самоанализ и самооценку.	предусмотренный в рабочих программах	предусмотренный в рабочих программах
ОПК-1	знать основные методы приближения таблично и аналитически заданных функций; основные приближенные методы решения систем линейных алгебраических уравнений; приближенные методы решения нелинейных уравнений и систем; основные понятия численного дифференцирования функций, заданных табличными значениями, численного интегрирования; решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений; современные методы численных методов для построения математических моделей задач, возникающих при проведении научных исследований и в профессиональной деятельности;	Обучающийся знает теоретический материал, относящийся к данной компетенции (в том числе знает правила, последовательность, алгоритм выполнения действий, умений). Может его воспроизвести (с разной степенью точности), ответить на уточняющие вопросы.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь пользоваться расчетными формулами и теоремами при решении задач численными методами; применять методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений к решению типовых и практических инженерных задач профессиональной деятельности	Обучающийся демонстрирует умения (с различной степенью самостоятельности), относящиеся к данной компетенции.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками применения современного математического инструментария для анализа результатов расчетов и обоснования полученных выводов при проведении научных исследований, а также в профессиональной	Владение знаниями и умениями, как готовность самостоятельного применения демонстрировать, осуществлять деятельность в различных ситуациях, относящихся к данной компетенции. Обучающийся	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	деятельности применительно к конкретным задачам проектирования двигателей и энергетических установок летательных аппаратов.	способен отбирать и интегрировать имеющиеся знания и умения исходя из поставленной цели, проводить самоанализ и самооценку.		
ОПК-8	знать основные команды программных пакетов	Обучающийся знает теоретический материал, относящийся к данной компетенции (в том числе знает правила, последовательность, алгоритм выполнения действий, умений). Может его воспроизвести (с разной степенью точности), ответить на уточняющие вопросы.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь применять квадратурные формулы к вычислению определенных интегралов с помощью компьютерных программ; применять численные методы к решению задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений при разработке алгоритмов	Обучающийся демонстрирует умения (с различной степенью самостоятельности), относящиеся к данной компетенции.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами разработки алгоритмов и адаптации их для отладки компьютерных программ при решении практических задач в профессиональной деятельности с помощью численных методов	Владение знаниями и умениями, как готовность самостоятельного применения продемонстрировать, осуществлять деятельность в различных ситуациях, относящихся к данной компетенции. Обучающийся способен отбирать и интегрировать имеющиеся знания и умения исходя из поставленной цели, проводить самоанализ и самооценку.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 6 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
УК-1	знать процедуры критического анализа, методики анализа результатов исследования и разработки стратегий проведения исследований, организации процесса принятия решения в численных методах;	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь принимать конкретные решения для повышения	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход	Задачи не решены

	эффективности процедур анализа проблем, принятия решений и разработки стратегий в численных методах		решения в большинстве задач	
	владеть методами установления причинно-следственных связей и определения наиболее значимых среди них; методиками постановки цели и определения способов ее достижения; методиками разработки стратегий действий при проблемных ситуациях в численных методах	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-1	знать основные методы приближения таблично и аналитически заданных функций; основные приближенные методы решения систем линейных алгебраических уравнений; приближенные методы решения нелинейных уравнений и систем; основные понятия численного дифференцирования функций, заданных табличными значениями, численного интегрирования; решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений; современные методы численных методов для построения математических моделей задач, возникающих при проведении научных исследований и в профессиональной деятельности;	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь пользоваться расчетными формулами и теоремами при решении задач численными методами; применять методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений к решению типовых и практических инженерных задач профессиональной деятельности	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками применения современного математического инструментария для анализа результатов расчетов и обоснования полученных выводов при проведении научных исследований, а также в профессиональной деятельности применительно к конкретным задачам проектирования двигателей и энергетических установок летательных аппаратов.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-8	знать основные команды программных пакетов	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь применять квадратурные формулы к вычислению определенных интегралов с	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в	Задачи не решены

	помощью компьютерных программ; применять численные методы к решению задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений при разработке алгоритмов		большинстве задач	
	владеть методами разработки алгоритмов и адаптации их для отладки компьютерных программ при решении практических задач в профессиональной деятельности с помощью численных методов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типичные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

$$1. S = \int_a^b f(x) dx \approx \frac{b-a}{6n} (y_0 + 4y_1 + 2y_2 + \dots + 4y_{2n-1} + y_{2n})$$

- а) метод Симпсона;
- б) метод трапеций;
- в) формула левых прямоугольников;
- г) формула правых прямоугольников.

$$2. S \approx \int_a^b f(x) dx \approx h \left(\frac{y_0 + y_n}{2} + y_1 + y_2 + \dots + y_{n-1} \right)$$

- а) метод прямоугольников;
- б) метод трапеции;
- в) метод парабол;
- г) метод Симпсона.

$$3. \int_a^b f(x) dx \approx (b-a) \sum_{i=1}^n y_i H_i$$

- а) формула Гаусса;
- б) формула Ньютона—Котеса;
- в) формула Симпсона;
- г) формула Лагранжа.

$$4. S \approx h \sum_{i=0}^{n-1} y \left(x_i + \frac{h}{2} \right)$$

- а) метод трапеции;
- б) метод левых прямоугольников;
- в) метод правых прямоугольников;
- г) метод средних прямоугольников.

5. Локальная оценка метода Рунге-Кутты 4го порядка точности имеет вид:

а) $|r| \leq Ch^3$;

б) $|r| \leq Ch^2$;

в) $|r| < Ch^5$;

г) $|r| \leq Ch^4$.

6. $y_{i+1} = y_1 + h \frac{f(x_i, y_i) + f(x_{i+1}, y_{i+1}^*)}{2}$

а) метод Зейделя;

б) метод Эйлера;

в) метод Рунге-Кутта второго порядка;

г) метод Рунге-Кутта 4го порядка.

7. $y_{i+1} = y_i + \Delta y_i$; $\Delta y_i = h(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4)/6$, где $i=0,1;\dots$,

а) метод Зейделя;

б) метод Эйлера;

в) метод Рунге-Кутта второго порядка;

г) метод Рунге-Кутта 4го порядка.

8. Метод Эйлера

а) одношаговый метод;

б) n-шаговый метод;

в) i-шаговый метод;

г) многошаговый метод.

9. $\Delta y_k = hf(x_k, y_k)$, $y_{k+1} = y_k + \Delta y_k$

а) метод Зейделя;

б) метод Эйлера;

в) метод Рунге-Кутта второго порядка;

г) метод Рунге-Кутта 4го порядка.

10. Метод Рунге-Кутта

а) одношаговый метод;

б) n-шаговый метод;

в) i-шаговый метод;

г) многошаговый метод.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Методом Ньютона найти корень уравнения $x^4 - 2x - 4=0$ с точностью до 0,01:

а) 15,83;

б) 15,74;

в) 1,64;

г) 1,57.

2. Интерполяционный многочлен Лагранжа для функций, заданной таблично

x	1	2	3	5
y	1	5	14	81

равен:

а) $L_3(x) = x^3 - 2x^2 + 3x - 1$;

б) $L_4(x) = x^4 - 2x^3 + 3x^2 + 5x$;

в) $L_3(x) = x^3 + 2x^2 + 3x + 5$;

г) $L_4(x) = 5x^4 - 14x^3 + 81x^2 + 1$.

3. Конечная разность первого порядка Δ_{y_0} функция $y = x^2 + x + 3$ при начальном значении $x_0 = 0$ и шаге $h = 1$ равна:

а) -2;

б) 3;

в) 1;

г) 2.

4. Приближенное значение интеграла $\int_0^5 x dx$ (полагая $n = 5$), вычисленное по формуле левых прямоугольников, равно:

а) 15;

б) 5;

в) 12,5;

г) 10.

5. Используя метод левых прямоугольников вычислен определенный интеграл $\int_1^9 \frac{dx}{x+2}$ (полагая $n = 4$), который приблизительно равен:

а) **1,5744**;

б) 1,6024;

в) 1,1053;

г) 1,7845.

6. Приближенное значение интеграла $\int_0^1 \frac{dx}{1+x^2}$ при $h=0,25$, вычисленное по формуле Симпсона, равно:

- а) 0,782;
- б) 0,702;
- в) 0,5;
- г) 0,645.

7. Методом Эйлера для дифференциального уравнения $y'=y-x$ с начальным условием $x_0=0; y_0=1,5$ на отрезке $[0;1,5]$ при $h=0,25$ y_2 равно:

- а) 2;
- б) 2,28125;
- в) 1,45;
- г) 4,75275.

8. При интегрировании методом Эйлера дифференциального уравнения

$y'=y-x$ с начальным условием $x_0=0, y_0=1,5$ на отрезке $[0;1,5]$ при $h=0,25$ y_2 равно:

- а) 0,406;**
- б) 0,25;
- в) 0,375;
- г) 0,445.

9. Если последовательные значения функции, являющейся решением задачи Коши для дифференциального уравнения $y'=f(x,y)$ с начальными условиями $y(x_0)=y_0$, $x=x_0$, находятся по методу Эйлера $y_{k+1}=y_k+hf(x_k,y_k)$, то y_1 , определяемая уравнением $y'=x+y$, при $y_0=1, x_0=0$ и шаге $h=0,1$ равно:

- а) 1,1;**
- б) 2;
- в) 1,2;
- г) 1,3.

10. Используя прикладной программный пакет MathCAD или с помощью программы, составленной на языке программирования Паскаль вычислить интеграл от заданной функции $f(x)$ на отрезке $[a;b]$ при делении отрезка на 30 равных частей методом среднего прямоугольника $(x+1,9)\sin(\frac{x}{3})$, $a=1$; $b=2$

- а) 1.728**
- б) 3,486;
- в) 0,874;
- г) 1,3.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. При течении жидкости по трубам, возникает следующая задача: если последовательные значения функции, являющейся решением задачи Коши для дифференциального уравнения $y'=f(x,y)$ с начальными условиями $y(x_0) = y_0$, $x=x_0$, находятся по методу Эйлера $y_{k+1} = y_k + hf(x_k, y_k)$, то y_1 , определяемая уравнением $y' = x + y$, при $y_0 = 1, x_0 = 0$ и шаге $h=0,1$ равно:

- а) **1,1;**
- б) 2;
- в) 1,2;
- г) 1,3.

2. При течении жидкости по трубам, возникает следующая задача: методом Эйлера для дифференциального уравнения $y'=y-x$ с начальным условием $x_0 = 0; y_0 = 1,5$ на отрезке $[0;1,5]$ при $h=0,25$ y_2 равно:

- д) 2;
- е) **2,28125;**
- а) 1,45;
- б) 4,75275.

3. При течении жидкости по трубам, возникает следующая задача: при интегрировании методом Эйлера дифференциального уравнения $y'=y-x$ с начальным условием $x_0 = 0, y_0 = 1,5$ на отрезке $[0;1,5]$ при $h=0,25$ Δy_2 равно:

- а) **0,406;**
- б) 0,25;
- в) 0,375;
- г) 0,445.

4. При проектировании сопла Лаваля приближенное значение интеграла $\int_0^5 x dx$ (полагая $n=5$), вычисленное по формуле левых прямоугольников, равно:

- а) 15;
- б) 5;
- в) 12,5;
- г) **10.**

5. При проектирование сопла Лавалья, используя метод левых

прямоугольников вычислен определенный интеграл $\int_1^9 \frac{dx}{x+2}$ (полагая $n=4$),

который приблизительно равен:

- а) **1,5744;**
- б) 1,6024;
- в) 1,1053;
- г) 1,7845.

6. При проектирование сопла Лавалья, приближенное значение интеграла

$\int_0^1 \frac{dx}{1+x^2}$ при $n=4$, вычисленное по формуле трапеции, равно:

- а) **0,783;**
- б) 0,5;
- в) 0,645;
- г) 0,812.

7. При проектирование сопла Лавалья, приближенное значение интеграла

$\int_0^1 \frac{dx}{1+x^2}$ при $h=0,25$, вычисленное по формуле Симпсона, равно:

- а) **0,782;**
- б) 0,702;
- в) 0,5;
- г) 0,645.

8. Про построении функции, которая отображает зависимость расхода газа, интерполяционный многочлен Лагранжа для функций, заданной таблично

x	1	2	3	5
y	1	5	14	81

равен:

- а) $L_3(x) = x^3 - 2x^2 + 3x - 1$;
- б) $L_4(x) = x^4 - 2x^3 + 3x^2 + 5x$;
- в) $L_3(x) = x^3 + 2x^2 + 3x + 5$;
- г) $L_4(x) = 5x^4 - 14x^3 + 81x^2 + 1$.

9. Про построении функции, которая отображает зависимость расхода газа по

таблице значений функции

x	0	1	2
y	3	5	8

составлена таблица конечных разностей:

x	y	Δy	$\Delta^2 y$
0	3		
		2	
1	5		1
		3	
2	8		

Тогда приближенное значение производной функции $f'(x) =$

$\frac{1}{h} \left(\Delta y_0 + \frac{2t-1}{2} \Delta^2 y_0 + \dots \right)$, где $t = \frac{x-x_0}{h}$, в точке $x=0,5$, равно

- а) 2;
- б) 3;
- в) 1;**
- г) 4.

10. Про построении функции, которая отображает зависимость расхода газа интерполяционный многочлен Лагранжа для функции, заданной таблицей значений

x	1	3	4
f(x)	12	4	6

имеет вид:

- а) $L_3(x) = x^3 + 3x^2 + 4$;
- б) $L_3(x) = 12x^3 + 4x^2 + 6x$;
- в) $L_2(x) = 2x^2 - 12x + 22$;**
- г) $L_2(x) = x^2 - 4x + 10$.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Понятие аппроксимации и полиномиальной аппроксимации.
2. Схема Горнера для вычисления значений многочлена.
3. Постановка задачи интерполирования. Понятия локальной и глобальной интерполяции, экстраполяция.
4. Линейная и квадратичная интерполяция.
5. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
6. Конечные разности и ее свойства. Интерполяционные многочлены Ньютона для равноотстоящих узлов интерполирования.
7. Среднеквадратичное приближение функций. Простейшая обработка эмпирических данных методом наименьших квадратов.
8. Метод Гаусса решения систем линейных уравнений.
9. Методы итераций и Зейделя решения систем линейных уравнений. Необходимое условие сходимости метода итераций.
10. Метод прогонки решения систем линейных уравнений.
11. Нелинейные уравнения и этапы их решения.
12. Приближенное решение нелинейных уравнений методом деления пополам.
13. Решение нелинейных уравнений методом итераций. Достаточное условие сходимости метода итераций.
14. Метод Ньютона для решения нелинейных уравнений. Достаточное условие сходимости метода Ньютона.
15. Приближенное решение систем нелинейных уравнений методом итераций. Достаточное условие сходимости метода итераций.
16. Приближенное решение систем нелинейных уравнений методом Ньютона.
17. Постановка задачи дифференцирования. Вывод формул численного дифференцирования.
18. Конечно - разностные аппроксимации производных.
19. Постановка задачи численного интегрирования.
20. Квадратурные формулы прямоугольников, трапеций и Симпсона и их оценочные погрешности.
21. Квадратурная формула Гаусса.
22. Принцип Рунге практического оценивания погрешностей.
23. Постановка задачи решения начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Классификация приближенных методов.
24. Метод последовательных приближений.
25. Простой и исправленный методы Эйлера.
26. Методы Рунге-Кутты произвольного и четвертого порядков.
27. Многошаговые методы решения начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Адамса.
28. Методы прогноза и коррекции.
29. Постановка задачи решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Классификация приближенных методов.
30. Методы сведения краевых задач к начальным.
31. Методы конечных разностей и прогонки решения краевых задач.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 теоретических тест-заданий, позволяющих оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и 10 практических (стандартных и прикладных) тест-заданий, выявляющих степень сформированности умений и владений.

Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. **«Зачтено»** - выставляется в том случае, когда обучающийся демонстрирует знание основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем; приобрел необходимые умения и навыки, освоил вопросы практического применения полученных знаний, не допустил фактических ошибок при ответе, достаточно последовательно и логично излагает теоретический материал, допуская лишь незначительные нарушения последовательности изложения и некоторые неточности (количество набранных баллов не меньше 15).

2. **«Не зачтено»** - выставляется в том случае, когда обучающийся демонстрирует фрагментарные знания основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем. У экзаменуемого слабо выражена способность к самостоятельному аналитическому мышлению, имеются затруднения в изложении материала, отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки и незнание терминологии, отказ отвечать на дополнительные вопросы, знание которых необходимо для получения положительной оценки (количество набранных баллов меньше 15).

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Методы аппроксимации функций	УК-1, ОПК-1, ОПК - 8	Тест, защита лабораторных работ
2	Методы решения систем линейных уравнений	УК-1, ОПК-1, ОПК - 8	Тест, защита лабораторных работ
3	Методы решения нелинейных уравнений и систем нелинейных уравнений	УК-1, ОПК-1, ОПК - 8	Тест, защита лабораторных работ
4	Численное дифференцирование	УК-1, ОПК-1, ОПК - 8	Тест, защита лабораторных работ
5	Численное интегрирование	УК-1, ОПК-1, ОПК - 8	Тест, защита лабораторных работ
6	Приближенные методы решения начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений	УК-1, ОПК-1, ОПК - 8	Тест, защита лабораторных работ

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной

системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1) Березин, И. С. Методы вычислений / И.С. Березин, Н.П. Жидков. - Изд. 2-е, стереотип. - Москва : Государственное издательство физико-математической литературы, 1962. - 464 с. : ил. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456944>

2) Марчук, Г. И. Методы вычислительной математики / Г.И. Марчук; ред. Е. В. Шишкин. - Москва : Наука, 1977. - 458 с. : ил. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457019>

3) Методические указания для проведения практических занятий по курсу "Численные методы" для студентов специальности 160700 "Проектирование авиационных и ракетных двигателей" очной формы обучения / Каф. прикладной математики; Сост.: А. П. Бырдин, Н. В. Заварзин, А. А. Сидоренко. - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2013. - 52 с. - 00-00; 29 экз.

4) Численные методы в инженерных задачах : Учеб. пособие. - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2014. - 223 с. - 314-04; 250 экз.

5) Ряжских, Виктор Иванович. Спецглавы математики. Численные методы с приложениями к задачам газогидродинамики. Теория вероятностей и элементы математической статистики [Текст] : учебное пособие / ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т". - Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2017. - 252 с. - Библиогр.: с. 249 (11 назв.). - 69-71.

6) Численные методы [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторным работам для студентов специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей» всех форм обучения / ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т", Каф. прикладной математики и механики; сост. : А. В. Ряжских, Е. А. Соболева, А. А. Хвостов. - Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2021. - Электрон. текстовые и граф. данные (348 Кб).

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая

перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Наименование программного обеспечения	Тип лицензии
Microsoft Windows 7	Open License
Microsoft Office 2007	Open License
Adobe Reader	Свободное ПО
Maple v.17	Open License

Профессиональные базы данных

Наименование ПБД	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru
Электронная библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/

Информационные справочные системы

Наименование ИСС	Электронный адрес ресурса
Математический справочник	dict.sernam.ru
Информационная система	Math-Net.Ru

Электронный каталог научной библиотеки:

<https://cchqeu.ru/university/elektronnyy-katalog/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы № 307/2, 312/2.

Специализированное помещение для проведения лекционных занятий, оснащенное доской, учебными столами, стульями и оборудованием для демонстрации наглядного материала.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Численные методы» читаются лекции, проводятся

лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none">- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;- выполнение домашних заданий и расчетов;- работа над темами для самостоятельного изучения;- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;- подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.