

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
Численные методы

**Код модуля**  
1156344(2)

**Модуль**  
Численные методы

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Кандоба Игорь Николаевич	кандидат физико-математических наук, доцент	Доцент	вычислительной математики и компьютерных наук
2	Конончук Екатерина Александровна	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	департамент математики, механики и компьютерных наук

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Ю.Д. Маева

**Авторы:**

- **Кандоба Игорь Николаевич, Доцент, вычислительной математики и компьютерных наук**
- **Конончук Екатерина Александровна, Старший преподаватель, департамент математики, механики и компьютерных наук**

**1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Численные методы**

<b>1.</b>	<b>Объем дисциплины в зачетных единицах</b>	7	
<b>2.</b>	<b>Виды аудиторных занятий</b>	Лекции Практические/семинарские занятия	
<b>3.</b>	<b>Промежуточная аттестация</b>	Зачет Экзамен	
<b>4.</b>	<b>Текущая аттестация</b>	Контрольная работа	2
		Расчетная работа	6

**2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Численные методы**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения (индикаторы)</b>	<b>Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
ОПК-4 -Способен решать задачи профессиональной деятельности с использованием информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (Прикладная математика)	З-2 - Демонстрировать понимание нормативных требований к информационной безопасности П-2 - Иметь опыт использования информационно-коммуникационных технологий с учетом основных требований информационной безопасности У-2 - Выбирать безопасные информационно-коммуникативные технологии для эффективного решения задач профессиональной деятельности	Зачет Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лекции Практические/семинарские занятия Расчетная работа № 1 Расчетная работа № 2 Расчетная работа № 3 Расчетная работа № 4 Расчетная работа № 5 Расчетная работа № 6 Экзамен

<p>ОПК-2 -Способен проводить под научным руководством исследования на основе современных методов в конкретной области профессиональной деятельности</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание теоретических основ методов, используемых для проведения научных исследований в профильной области  П-1 - Иметь опыт выполнения стандартных исследований с использованием серийного научного и технологического оборудования, стандартной методологии и методов исследований  У-1 - Соотносить цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств</p>	<p>Контрольная работа № 1  Контрольная работа № 2  Лекции  Практические/семинарские занятия  Расчетная работа № 1  Расчетная работа № 2  Расчетная работа № 3  Расчетная работа № 4  Расчетная работа № 5  Расчетная работа № 6  Экзамен</p>
<p>ОПК-3 -Способен систематизировать, анализировать и обобщать результаты научных исследований на основе информационной и библиографической культуры (Прикладная математика; Прикладная математика)</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание принципов анализа и обобщения результатов научных исследований  З-3 - Демонстрировать понимание приемов и способов самостоятельного поиска и осмысления информации в соответствии с профессиональными задачами  П-1 - Иметь опыт представления обобщенных результатов исследовательской деятельности и их оформления в виде текстовых, графических и иных материалов в соответствии с требованиями  П-3 - Иметь опыт подготовки и оформления отчетов по лабораторным работам, практикам, научным исследованиям на основе информационной и библиографической культуры  У-1 - Систематизировать и анализировать результаты экспериментов, наблюдений, измерений  У-3 - Интерпретировать результаты собственных исследований, соотнося их с данными научной литературы, формулировать заключения и</p>	<p>Зачет  Контрольная работа № 1  Контрольная работа № 2  Лекции  Практические/семинарские занятия  Расчетная работа № 1  Расчетная работа № 2  Расчетная работа № 3  Расчетная работа № 4  Расчетная работа № 5  Расчетная работа № 6  Экзамен</p>

	выводы по результатам исследований	
--	------------------------------------	--

### 3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5</b>		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Работа на лекциях, ведение конспектов</i>	5,15	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – зачет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Расчетная работа 1</i>	5,17	20
<i>Расчетная работа 2</i>	5,17	20
<i>Расчетная работа 3</i>	5,17	20
<i>Контрольная работа 1</i>	5,17	40
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		

<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>2. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5</b>		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Работа на лекциях, ведение конспектов</i>	6,17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Расчетная работа 4</i>	6,17	20
<i>Расчетная работа 5</i>	6,17	20
<i>Расчетная работа 6</i>	6,17	20
<i>Контрольная работа 2</i>	6,17	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено</b>		

Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям - <b>не предусмотрено</b>		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – <b>нет</b>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – <b>не предусмотрено</b>		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий – <b>не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям - <b>не предусмотрено</b>		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям – <b>нет</b>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – <b>не предусмотрено</b>		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– <b>не предусмотрено</b>		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – <b>не предусмотрено</b>		

## 4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

### Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для

	продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

#### Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

## 5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

### 5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля



### 5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

### 5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Введение. Теория погрешностей.
2. Ускорение сходимости числовых рядов.
3. Численные методы решения нелинейных уравнений.
4. Численные методы линейной алгебры.
5. Численные методы решения систем нелинейных уравнений.
6. Численная интерполяция.
7. Численное дифференцирование.
8. Численное интегрирование.
9. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка.
10. Численные методы решения краевых задач для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка.
11. Численные методы в теории приближения функций.

Примерные задания

Примерные задания аналогичны задачам, представленным в контрольных и расчетных работах.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

### Базовый

#### 5.2.1. Контрольная работа № 1

Примерный перечень тем

1. Численное решение нелинейных уравнений.
2. Линейная алгебра.

Примерные задания

- Для вычисления наибольшего из корней уравнения  $x^3 + 3x^2 - 1 = 0$  построить сходящийся итерационный процесс вида  $x_{n+1} = \varphi(x_n)$ .
- Найти первое приближение к одному из корней уравнения  $x^3 - x + 1 = 0$  по методу Ньютона.
- Методом Гаусса с выбором главного элемента по строке решить систему уравнений

$$\begin{cases} x_1 + 3x_2 + 3x_3 = 16 \\ 2x_1 + x_2 + 4x_3 = 16 \\ 3x_1 + 2x_2 - x_3 = 10 \end{cases}$$

- Преобразовать систему

$$\begin{cases} 2x_1 + 2x_2 + 10x_3 = 14 \\ 10x_1 + x_2 - x_3 = 12 \\ 2x_1 + 10x_2 + x_3 = 13 \end{cases}$$

так, чтобы сходился метод Якоби. Оценить количество итераций, обеспечивающее точность  $\varepsilon = 0,001$ , если  $x^{(0)}$  совпадает со столбцом свободных членов.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

- Численное интегрирование.
- Численное решение ОДУ.

Примерные задания

- Какой шаг интегрирования следует взять, чтобы вычислить

$$\int_0^2 \frac{dx}{x}$$

по составной формуле трапеций с точностью 0,01.

- Построить квадратуру Гаусса с двумя узлами при

$$p(x) = e^{-\frac{x^2}{2}}; (a, b) = (-\infty; \infty).$$

- Построить метод вида  $Y_{n+1} = a_0 y_n + h(b_{-1} f_{n+1} + b_0 f_n + b_1 f_{n-1} + b_2 f_{n-2})$ , имеющий максимальную точность.
- Исследовать этот метод на 0-устойчивость.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.3. Расчетная работа № 1

Примерный перечень тем

- Ускорение сходимости ряда.

Примерные задания

Найти приближенно сумму числового ряда  $S = \sum_{n=1}^{\infty} a_n$  с положительными, монотонно убывающими членами  $a_n$  с заданной точностью  $\varepsilon = 10^{-7} - S_N$ . Указать число слагаемых  $N$ , которое нужно сложить, чтобы гарантировать вычисление суммы исходного ряда с заданной степенью точности  $\square$ . Два раза улучшить сходимость исходного числового ряда методом Куммера.

Использовать любой алгоритмический язык программирования, дать обоснование полученным результатам.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.4. Расчетная работа № 2

Примерный перечень тем

### 1. Численное решение нелинейного уравнения.

Примерные задания

Постановка задачи: Дано уравнение  $f(x)=0$ . Найти один корень этого уравнения с точностью  $\varepsilon=0,5 \cdot 10^{-5}$ , используя разные методы отыскания корня (1. Метод половинного деления, 2. Метод Ньютона, 3. Модифицированный метод Ньютона, 4. Метод хорд, 5. Метод подвижных хорд, 6. Метод простой итерации). В отчете: обосновать выбор отрезка  $[a,b]$ , в методах 2-5 обосновать выбор начальной точки, в методе 6 обосновать выбор функции и доказать сходимость метода. Сравнить скорости сходимости предложенных методов.

Использовать любой алгоритмический язык программирования, дать обоснование полученным результатам.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.5. Расчетная работа № 3

Примерный перечень тем

#### 1. Численное решение СЛАУ.

Примерные задания

Постановка задачи: Решить систему линейных уравнений  $Ax=b$  методами: 1. Метод Гаусса, 2. Метод Гаусса с выбором главного элемента по всей матрице, 3. Метод Якоби, 4. Метод Зейделя.

Для методов 1 и 2 прокомментировать результаты решения, для методов 3-4 проверить сходимость метода, в случае сходимости найти решение с точностью  $0,5 \cdot 10^{-4}$ , сравнить количество итераций.

Использовать любой алгоритмический язык программирования, дать обоснование полученным результатам.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.6. Расчетная работа № 4

Примерный перечень тем

#### 1. Численное интегрирование.

Примерные задания

Вычислить значение интеграла  $\int_a^b f(x)dx$  по двум составным формулам с шагом 0,1; 0,05; 0,025. Указать погрешность по Рунге. Также найти значение интеграла по формуле Гаусса, используя 2 узла и веса, оптимальные для отрезка  $[-1,1]$ .

Использовать любой алгоритмический язык программирования, дать обоснование полученным результатам.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.7. Расчетная работа № 5

Примерный перечень тем

#### 1. Численное решение задачи Коши.

Примерные задания

Постановка задачи: На отрезке  $[x_0, x_0+1]$  решить задачу Коши  $y'=f(x,y)$ ,  $y(x_0)=y_0$  указанными методами. Описать методы решения (выписать формулы, указать порядок точности, для неявных методов пояснить, как решается нелинейное уравнение, для многошаговых – как делается разгон и т.д.). Результаты представить в следующем виде:

пользователь задает количество точек разбиения  $N$ , на экран выводятся графики решений, полученных данными методами, и точное решение (если оно есть). Сравнить, какой метод сходится быстрее, объяснить почему.

Методы: Эйлер явный, Эйлер с пересчетом, Коши, Рунге-Кутта четвертого порядка, Эйлер неявный, Тейлор второго, третьего и четвертого порядка, Трапеций, Адамс двухшаговый и трехшаговый, Симпсон.

Использовать любой алгоритмический язык программирования, дать обоснование полученным результатам

LMS-платформа – не предусмотрена

### **5.2.8. Расчетная работа № 6**

Примерный перечень тем

1. Численное решение краевой задачи.

Примерные задания

Постановка задачи: Решить на отрезке  $[0,1]$  дифференциальное уравнение второго порядка для различных краевых условий. Сравнить погрешности методов стрельбы и разностной прогонки. В методе стрельбы использовать методы Эйлера, Эйлера с пересчетом, Рунге-Кутта четвертого порядка. В разностной прогонке рассмотреть различные варианты аппроксимации производных, входящих в краевые условия.

Для методов 1 и 2 прокомментировать результаты решения, для методов 3-4 проверить сходимость метода, в случае сходимости найти решение с точностью  $0,5 \cdot 10^{-4}$ , сравнить количество итераций.

Использовать любой алгоритмический язык программирования, дать обоснование полученным результатам.

LMS-платформа – не предусмотрена

## **5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля**

### **5.3.1. Зачет**

Список примерных вопросов

1. Абсолютная и относительная погрешности. Их связь. Значащая и верная цифра в позиционной записи числа. Погрешности арифметических операций. Определение погрешности значения функции по погрешности аргумента.

2. Ускорение сходимости числовых рядов. Метод Куммера.

3. Численные методы решения нелинейных уравнений. Геометрическая интерпретация методов дихотомии и хорд (подвижных и неподвижных). Достаточное условие сходимости.

4. Численные методы решения нелинейных уравнений. Геометрическая интерпретация метода Ньютона. Достаточное условие сходимости.

5. Численные методы решения нелинейных уравнений. Метод простой итерации. Геометрическая интерпретация. Достаточное условие сходимости.

6. Численные методы линейной алгебры. Компактная схема Гаусса.

7. Численные методы линейной алгебры. Число обусловленности матрицы системы линейных алгебраических уравнений.

8. Численные методы линейной алгебры. Итерационные методы решения линейных систем. Метод простой итерации. Достаточное условие сходимости.
  9. Численные методы линейной алгебры. Итерационные методы решения линейных систем. Метод Якоби. Геометрическая интерпретация.
  10. Численные методы линейной алгебры. Итерационные методы решения линейных систем. Метод Гаусса-Зейделя. Геометрическая интерпретация.
  11. Численная интерполяция. Постановка задачи. Чебышевская система.
  12. Численная интерполяция. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Погрешность интерполяционного полинома Лагранжа.
  13. Численная интерполяция. Разделенные разности. Интерполяционный полином Лагранжа в форме Ньютона.
  14. Численная интерполяция с кратными узлами. Интерполяционный полином Эрмита. Сходимость интерполяционного процесса.
  15. Численное дифференцирование. Построение формулы численного дифференцирования. Погрешность численного дифференцирования. Неустраняемая погрешность численного дифференцирования. Задача определения оптимального шага численного дифференцирования.
- LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.3.2. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Численное интегрирование. Квадратурные формулы. Характеристическое свойство интерполяционной квадратурной формулы. Алгебраическая степень точности квадратурной формулы. Формулы Ньютона-Котеса. Погрешность квадратурной формулы. Составные квадратурные формулы. Неустраняемая погрешность квадратурных формул. Метод Рунге практической оценки погрешности составных квадратурных формул. Вычисление интегралов с весом. Квадратурные формулы наивысшей алгебраической степени точности (Квадратуры Гаусса). Основные теоремы. Алгоритм построения квадратуры Гаусса. Вычисление интегралов с особенностями. Методы устранения особенности (Аналитический, мультипликативный, аддитивной методы, метод усечения).
2. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка. Метод разложения в ряд Тейлора. Явный метод Эйлера. Метод Эйлера с пересчетом (неявный метод Эйлера). Метод Коши. Геометрическая интерпретация. Погрешность метода на одном шаге, погрешность метода на всем интервале (Доказательство на примере явного метода Эйлера). Методы Рунге-Кутты. Методы Рунге-Кутты второго порядка точности на всем интервале. Разностные методы решения. Интерполяционные и экстраполяционные формулы Адамса. К-шаговые разностные методы (явные и неявные). Невязка и погрешность метода на одном шаге и их связь. Алгебраическая степень точности метода. Метод неопределенных коэффициентов. Устойчивость разностных методов. Нуль-устойчивость разностного метода. Зависимость свойств метода от выбора шага. Понятие жестких систем. А-устойчивость разностного метода.
3. Численные методы решения краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка. Метод стрельбы. Метод разностной прогонки решения линейной краевой задачи. Вариационные методы решения. Уравнение Эйлера. Сведение вариационной задачи для функционала к задаче на экстремум для функции нескольких

переменных. Метод Рунге для линейных уравнений второго порядка. Методы Галеркина, наименьших квадратов, коллокации.

4. Приближение функций. Интерполяционный кубический сплайн. Экстремальное свойство интерполяционного кубического сплайна. Эффективный способ интерполяционного кубического сплайна построения по значениям его вторых производных. Некоторые приложения сплайнов.

5. Метод наименьших квадратов. Решение переопределенных систем линейных алгебраических уравнений методом наименьших квадратов. Матрица Грамма.

LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Воспитание навыков жизнедеятельности в условиях глобальных вызовов и неопределенностей	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ОПК-4	З-2 У-2 П-2	Зачет Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лекции Практические/семинарские занятия Расчетная работа № 1 Расчетная работа № 2 Расчетная работа № 3 Расчетная работа № 4 Расчетная работа № 5 Расчетная работа № 6 Экзамен