ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
Численные методы

Код модуля	Модуль
1156430	Численные методы

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

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

Согласовано:

Управление образовательных программ Р.Х. Токарева

Авторы:

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

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Численные методы

1.	**Объем дисциплины в зачетных единицах**	7	
2.	**Виды аудиторных занятий**	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	**Промежуточная аттестация**	Зачет Экзамен	
4.	**Текущая аттестация**	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

Код и наименование компетенции	**Планируемые результаты обучения (индикаторы)**	**Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине**
1	**2**	**3**
ОПК-2 -Способен проводить под научным руководством исследования на основе современных методов в конкретной области профессиональной деятельности	Д-2 - Проявлять заинтересованность в содержании и результатах исследовательской работы З-1 - Демонстрировать понимание теоретических основ методов, используемых для проведения научных исследований в профильной области У-1 - Соотносить цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств	Практические/семинарские занятия Экзамен
ОПК-3 -Способен систематизировать,	П-2 - Иметь опыт написания обзоров литературы, справок,	Зачет Контрольная работа № 1

анализировать и обобщать результаты научных исследований на основе информационной и библиографической культуры	методик экспериментов, описания и обсуждения результатов экспериментов на основе информационной и библиографической культуры	Контрольная работа № 2 Лекции Экзамен
ПК-2 -Способен математически корректно ставить естественнонаучные задачи, обрабатывать научную информацию и результаты исследований, определять закономерности предметной области	З-3 - Классифицировать основные методы решения прикладных задач, современные методы информационных технологий П-3 - Иметь практический опыт проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации У-2 - Анализировать основные методы решения прикладных задач, современные методы информационных технологий	Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Экзамен
ПК-5 -Способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям	З-3 - Классифицировать основные методы решения прикладных задач, современные методы информационных технологий П-3 - Иметь практический опыт проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации У-2 - Анализировать основные методы решения прикладных задач, современные методы информационных технологий	Расчетная работа № 1 Расчетная работа № 2 Расчетная работа № 3 Расчетная работа № 4 Расчетная работа № 5 Расчетная работа № 6 Экзамен

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

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5		
Текущая аттестация на лекциях	**Сроки – семестр, учебная неделя**	**Максимальная оценка в баллах**
Работа на лекциях, ведение конспектов	5,17	*100*

Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет **Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6**		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	**Сроки – семестр, учебная неделя**	**Максимальная оценка в баллах**
Расчетная работа №1	5,17	20
Расчетная работа №2	5,17	20
Расчетная работа №3	5,17	20
Контрольная работа	5,17	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**		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	**Сроки – семестр, учебная неделя**	**Максимальная оценка в баллах**
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет **Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено**		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
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

2. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5		
Текущая аттестация на лекциях	**Сроки – семестр, учебная неделя**	**Максимальная оценка в баллах**
Работа на лекциях, ведение конспектов	6,34	*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**		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	**Сроки – семестр, учебная неделя**	**Максимальная оценка в баллах**
Расчетная работа №1	6,34	20
Расчетная работа №2	6,34	20
Расчетная работа №3	6,34	20
Контрольная работа	6,34	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**		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	**Сроки – семестр, учебная неделя**	**Максимальная оценка в баллах**
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет **Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено**		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
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		

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

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

x3 + 3x2 – 1 = 0

построить сходящийся итерационный процесс вида

xn+1=□(xn)

Найти первое приближение к одному из корней уравнения

x3 – x + 1 = 0по методу Ньютона.

Методом Гаусса с выбором главного элемента по строке решить систему уравнений

x1+3x2+3x3=16

2x1+x2+4x3=16

3x1+2x2-x3=10

Преобразовать систему

2x1+2x2+10x3=14

10x1+1x2-x3=12

2x1+10x2+x3=13

так, чтобы сходился метод Якоби. Оценить количество итераций, обеспечивающее точность □=0,001 , если x(0) совпадает со столбцом свободных членов .

LMS-платформа − не предусмотрена

5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Численное интегрирование

2. Численное решение ОДУ

Примерные задания

1. Какой шаг интегрирования следует взять, чтобы вычислить по составной формуле трапеций с точностью 0.01.

2. Построить квадратуру Гаусса с двумя узлами при

1. Построить метод вида Ym+1=a0ym+h(b-1fm+1+b0fm+b1fm-1+b2fm-2), имеющий максимальную точность.

2. Исследовать этот метод на 0-устойчивость.

LMS-платформа − не предусмотрена

5.2.3. Расчетная работа № 1

Примерный перечень тем

1. Ускорение сходимости ряда.

Примерные задания

Найти приближенно сумму числового ряда S=∑_(n=1)^∞▒a_n с положительными, монотонно убывающими членами a_n с заданной точностью ε=10^(-7) - S_N. Указать число слагаемыхN, которое нужно сложить, чтобы гарантировать вычисление суммы исходного ряда с заданной степенью точности □. 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 ε=0,5*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*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 ∫_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 [x0,x0+1] решить задачу Коши y’=f(x,y), y(x0)=y0 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*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. 1. Абсолютная и относительная погрешности. Их связь. Значащая и верная цифра в позиционной записи числа. Погрешности арифметических операций. Определение погрешности значения функции по погрешностиаргумента.

2. 2. Ускорение сходимости числовых рядов. МетодКуммера.

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

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

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

6. 6. Численные методы линейной алгебры. Компактная схемаГаусса.

7. 7. Численные методы линейной алгебры. Число обусловленности матрицы системы линейных алгебраическихуравнений.

8. 8. Численные методы линейной алгебры. Итерационные методы решения линейныхсистем. Метод простой итерации. Достаточное условиесходимости.

9. 9. Численные методы линейной алгебры. Итерационные методы решения линейныхсистем. Метод Якоби. Геометрическаяинтерпретация.

10. 10. Численные методы линейной алгебры. Итерационные методы решения линейныхсистем. Метод Гаусса-Зейделя. Геометрическаяинтерпретация.

11. 11. Численная интерполяция. Постановка задачи. Чебышевскаясистема.

12. 12. Численная интерполяция. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Погрешность интерполяционного полиномаЛагранжа.

13. 13. Численная интерполяция. Разделенные разности. Интерполяционный полином Лагранжав формеНьютона.

14. 14. Численная интерполяция с кратными узлами. Интерполяционный полином Эрмита. Сходимость интерполяционногопроцесса.

15. 15. Численное дифференцирование. Построение формулы численного дифференцирования. Погрешность численного дифференцирования. Неустранимая погрешность численного дифференцирования. Задача определения оптимального шагачисленногодифференцирования.

LMS-платформа − не предусмотрена

5.3.2. Экзамен

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 погрешностиаргумента.

2. Ускорение сходимости числовых рядов. МетодКуммера.

3. Численные методы решения нелинейных уравнений. Геометрическая интерпретация методов дихотомии и хорд (подвижных и неподвижных). Достаточное условие сходимости. Геометрическая интерпретация метода Ньютона. Достаточное условиесходимости. Метод простой итерации. Геометрическая интерпретация. Достаточное условиесходимости.

4. Численные методы линейной алгебры. Компактная схемаГаусса. Число обусловленности матрицы системы линейных алгебраическихуравнений. Итерационные методы решения линейных систем. Метод простой итерации. Достаточное условиесходимости. Метод Якоби. Геометрическая интерпретация. Метод Гаусса-Зейделя.

5. Численная интерполяция. Постановка задачи. Чебышевская система. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Погрешность интерполяционного полиномаЛагранжа. . Разделенные разности. Интерполяционный полином Лагранжав формеНьютона. Численная интерполяция с кратными узлами. Интерполяционный полином Эрмита. Сходимость интерполяционногопроцесса.

6. Численное дифференцирование. Построение формулы численного дифференцирования. Погрешность численного дифференцирования. Неустранимая погрешность численного дифференцирования. Задача определения оптимального шагачисленногодифференцирования.

7. Численное интегрирование. Квадратурные формулы. Характеристическое свойство интерполяционной квадратурной формулы. Алгебраическая степень точностиквадратурной формулы. Формулы Ньютона-Котеса. Погрешность квадратурнойформулы. Составные квадратурные формулы. Неустранимая погрешность квадратурных формул. Метод Рунге практической оценки погрешностисоставных квадратурных формул. Вычисление интегралов с весом. Квадратурные формулы наивысшей алгебраической степени точности (Квадратуры Гаусса). Основныетеоремы. Алгоритм построения квадратурыГаусса. Вычисление интегралов с особенностями. Методыустранения особенности (Аналитический, мультипликативный, аддитивный методы, методусечения).

8. 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 методаЭйлера). Методы Рунге-Кутта. Методы Рунге-Кутта второго порядка точности на всеминтервале. Разностные методы решения. Интерполяционные и экстраполяционные формулыАдамса. К-шаговые разностные методы (явные и неявные). Невязкаи погрешность метода на одном шаге и их связь. Алгебраическая степень точности метода. Метод неопределенныхкоэффициентов.

Устойчивость разностных методов. Нуль-устойчивость разностного метода. Зависимость свойств метода от выбора шага. Понятие жесткихсистем. А-устойчивость разностногометода.

9. Численные методы решения краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка. Методстрельбы. Метод разностной прогонки решения линейной краевойзадачи. Вариационные методы решения. Уравнение Эйлера.Сведение вариационной задачи для функционала к задаче на экстремум для функции нескольких переменных. Метод Ритца для линейного уравнений второгопорядка. Методы Галеркина, наименьших квадратов,коллокации.

10. Приближение функций. Интерполяционный кубический сплайн. Экстремальноесвойство интерполяционного кубического сплайна. Эффективный способ интерполяционного кубического сплайна построения по значениям его вторых производных. Некоторые приложениясплайнов.

11. Метод наименьших квадратов. Решение переопределенных систем линейных алгебраических уравнений методом наименьших квадратов. МатрицаГрамма.

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**
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология самостоятельной работы	ОПК-2	Д-2	Практические/семинарские занятия