

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
"Карачаево-Черкесский государственный университет имени У.Д. Алиева"

Физико-математический факультет

Кафедра Математического анализа



Р.А. Бостанов

2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (модуля)

Численные методы

(Наименование дисциплины (модуля))

Направление 01.06.01 Математика и механика

(шифр, название направления)

Направленность программы: Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление

Квалификация (степень): Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2023год

по учебному плану

Карачаевск, 2023

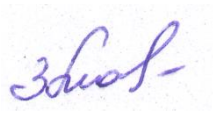
Составитель: к. ф.-м. н., доцент Лайпанова З.М.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 25.08.2014 №33837, основной профессиональной образовательной программой высшего образования по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика, направленность программы: Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление; локальными актами КЧГУ.

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры математического анализа на 2023-2024 уч. год.

Протокол № 10 от 30.06. 2023 г.

Зав. кафедрой



Содержание

1. Наименование дисциплины (модуля)	3
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы	7
4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	7
5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	8
5.1. Содержание по видам учебных занятий	8
5.2. Тематика семинарских занятий	11
5.4. Тематика лабораторных работ	12
5.5. Примерная тематика курсовых работ	12
6. Образовательные технологии	12
7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)	13
7.1. <i>Описание шкал оценивания степени сформированности компетенций</i>	13
7.1. Описание шкал оценивания степени сформированности компетенций	13
7.2. <i>Типовые контрольные задания или иные учебно-методические материалы, необходимые для оценивания степени сформированности компетенций в процессе освоения учебной дисциплины</i>	23
7.2.1. Типовые темы к письменным работам, докладам и выступлениям:	23
7.2.2. Примерные вопросы к итоговой аттестации (экзамен)	24
7.2.3. Тестовые задания для проверки знаний студентов	25
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)	28
8.1. Основная литература:	28
8.2. Дополнительная литература:	29
9. Методические указания для обучающихся по освоению учебной дисциплины (модуля)	30
10. Требования к условиям реализации рабочей программы дисциплины (модуля)	31
10.1. Общесистемные требования	31
10.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины	32
10.3. Необходимый комплект лицензионного программного обеспечения	33
10.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы	34
11. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	34
11. Лист регистрации изменений	36

1. Наименование дисциплины (модуля)

Численные методы.

Целью изучения дисциплины:

- обеспечить усвоение аспирантами основных понятий и терминологии численных методов, ознакомление с основными методами и средствами разработки компьютерно-ориентированных вычислительных алгоритмов решения задач;
- повышение уровня фундаментальной подготовки;
- воспитание высокой математической культуры;
- ориентация аспирантов на использование классических методов математики при решении фундаментальных и прикладных задач в естествознании и других областях жизнедеятельности.

Для достижения цели ставятся **задачи**: иметь представление

- о принципах теории численных методов решения математических задач;
- об основных понятиях численных методов решения уравнений, аппроксимации функций, численного дифференцирования и интегрирования;
- об основных схемах численного решения уравнений, аппроксимации функции, численного интегрирования.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения ОП ВО аспирантуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине (модулю) ОПК-1, УК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-11:

Код компетенций	Содержание компетенции в соответствии с ФГОС ВО/ ОП	Индикаторы достижения компетенций	Декомпозиция компетенций (результаты обучения) в соответствии с установленными индикаторами
УК-5	УК-5 способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития;	<p>УК-5.1 Уметь: планировать и решать задачи собственного развития в научно-исследовательском, учебно-методическом, воспитательно-педагогическом планах</p> <p>УК-5.3.1 Владеть: навыками планирования и решения задач научно-исследовательской работы;</p> <p>УК-5.3.2 Владеть: навыками планирования и решения задач учебно-методической работы;</p> <p>УК-5.3.3 Владеть: навыками повышения профессионального педагогического мастерства</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – теоретические сведения о численных методах решения прикладных задач; – основные понятия теории численных методов; – численные методы решения систем дифференциальных уравнений, численное дифференцирование и интегрирование, вычислительные методы линейной алгебры. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – осуществлять сбор, анализ и обработку данных, необходимых для решения поставленных практических задач; – проанализировать результаты расчетов, обосновать полученные выводы; – на основе описания различных процессов и

			<p>явлений строить стандартные теоретические и эконометрические модели.</p> <p>Владеть:</p> <p>– фундаментальными методами численного анализа применительно к сложным системам, необходимыми для решения научно-исследовательских задач; способностью применять численные методы при решении задач механики, физики и техники.</p>
ОПК-1	<p>способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p>	<p>ОПК-1.1 Знать: математические методы, применяемые в построении экспертных систем;</p> <p>ОПК-1.2 Уметь: строить алгоритмы, применяемые в экспертных системах;</p> <p>ОПК-1.3 Владеть: способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p>	<p>Знать: Знать основной круг проблем (задач), встречающихся в численных методах, и основные способы (методы, алгоритмы) их решения</p> <p>Уметь: находить (выбирать) наиболее эффективные (методы) решения основных типов проблем (задач), встречающихся в численных методах;</p> <p>Владеть: современными методами, инструментами и технологией научно-исследовательской и проектной деятельности в численных методах</p>
ПК-1	<p>Способность понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат</p>	<p>ПК-1.1 Знать: основные понятия дисциплины, её методы, место и роль в решении научно-практических задач с использованием современного математического аппарата</p> <p>ПК-1.2 Уметь: – применять и совершенствовать современный математический аппарат при решении научно-практических задач в математике</p> <p>ПК-1.3 Владеть:</p>	<p>Знать: основные понятия, определения и свойства объектов действительного, комплексного и функционального анализа, формулировки и доказательства утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их приложений в других областях математического знания.</p> <p>Уметь:</p> <p>- решать типовые задачи; - применять теоретические знания при решении задач.</p>

		современным математическим аппаратом для решения математических задач	Владеть: - теоретическими и практическими навыками применения методов действительного, комплексного и функционального анализа в научно-исследовательской и прикладной деятельности; - приемами и методами самостоятельной работы с учебной литературой
ПК-2	Способность применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и языки Баз данных, операционные системы, электронные библиотеки и пакеты программ, сетевые технологии	ПК-2.1 Знать: основные языки программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий. ПК-2.2 Уметь: применять языки программирования и работы с базами данных, современные программные среды разработки информационных систем и технологий для автоматизации процессов, решения прикладных задач различных классов, ведения баз данных и информационных хранилищ. ПК-2.3 Владеть: навыками программирования, отладки и тестирования прототипов программно-технических комплексов задач.	Знать: -основные методы разработки алгоритмов и программ, структуры данных, используемые для представления типовых информационных объектов Уметь: использовать стандартные пакеты (библиотеки) языка для решения численных методов; -решать исследовательские и проектные задачи с использованием компьютеров. Владеть: -методами построения современных проблемно-ориентированных прикладных программных средств; Численными методами и средствами разработки и оформления технической документации.
ПК-11	Осуществлять математическое моделирование различных систем и объектов	ПК-11.1 Знать: основные понятия и методы математического моделирования ПК-11.2 Уметь: - использовать математический аппарат и методы для обработки информации и анализа данных ПК-11.3 Владеть: - методами построения и реализации математических моделей профессиональных	Знать: -основные понятия и методы математического моделирования, теории дифференциальных уравнений в частных производных, статистических методов обработки экспериментальных данных, элементов теории функции комплексного переменного, теории численных методов решения краевых задач.

	задач, а так же научно-исследовательских задач	<p>Уметь: - использовать математический аппарат и методы для обработки информации и анализа данных.</p> <p>Владеть: - методами построения и реализации математических моделей профессиональных задач, а так же научно-исследовательских задач</p>
--	------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) относится к Блоку 1 и реализуется в рамках вариативной части. Дисциплина изучается на 1 курсе во 2 семестре.

МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО	
Индекс	Б1.В.02
3.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
	Для успешного освоения дисциплины аспирант должен уметь решать нелинейные уравнения и системы линейных уравнений больших порядков прямыми и итерационными методами, строить алгоритмы и программы решения соответствующих математических задач
3.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
	Дисциплина (модуль) «Численные методы» является предшествующей для изучения дисциплины «Дифференциальные уравнения». Изучение дисциплины необходимо для успешного освоения дисциплин и практик, формирующий компетенции ОПК-1, УК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-11

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины (модуля) составляет 2 ЗЕТ, 72 академических часа.

Объем дисциплины	Всего часов	
	для очной формы обучения	для заочной формы
Общая трудоемкость дисциплины	72	72
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий)* (всего)	36	8
Аудиторная работа (всего):	36	8
в том числе:		
лекции	18	4
семинары, практические занятия	18	4
практикумы	-	-
Лабораторные работы	-	-

Внеаудиторная работа:		
В том числе, индивидуальная работа обучающихся с преподавателем:	-	-
курсовое проектирование	-	-
групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем)	-	-
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	36	64
Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет / экзамен)	зачет	зачет

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Содержание по видам учебных занятий

ДЛЯ ОЧНОЙ ФОРМЫ

п/п	Раздел, тема, содержание темы дисциплины	Общая трудоемкость (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)						
			Всего	Аудиторные уч. занятия			Сам. раб.	Планируемые результаты обучения	Формы текущего контроля
				Лек.	Пр.	Лаб.			
1	Погрешности вычислений. Определение количества верных значащих цифр.	6	2	2		2	ОПК-1, УК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-11	Решение задач	
2	Погрешности алгебраических операций. Правила округления	6	2			4	ОПК-1, УК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-11	Решение задач	
3	Понятие о вероятностной оценке погрешности.	4		2		2	ОПК-1, УК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-11	Решение задач	
4	Методы решения нелинейных уравнений: графический, хорд, касательных, итераций.	6	2			4	ОПК-1, УК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-11	Решение задач	
5	Комбинированный метод хорд и касательных	4		2		2	ОПК-1, УК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-11	Решение задач	
6	Методы численного решения систем линейных и нелинейных уравнений	4		2		2	ОПК-1, УК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-11	Решение задач	

7	Оценка погрешностей. Требования к вычислительному алгоритму. Устойчивость и сложность алгоритма.	4	2			2	ОПК-1, УК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-11	Решение задач
8	Линейная и сплайн-интерполяция. Интерполяция многочленами n -ой степени. Оценка погрешности интерполирования.	4	2			2	ОПК-1, УК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-11	Решение задач
9	Интерполяционные формулы Лагранжа и Ньютона. Среднеквадратическое и равномерное приближение функций.	6		2		4	ОПК-1, УК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-11	Решение задач
10	Численное интегрирования функций по формулам прямоугольников, трапеций и Симпсона. Погрешности численного интегрирования	6	2	2		2	ОПК-1, УК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-11	Решение задач
11	Интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений методами степенных рядов Эйлера, Эйлера с уравниванием и Рунге-Кутта. Оценка погрешностей.	4	2			2	ОПК-1, УК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-11	Решение задач
12	Моделирование нормальной случайной величины. Метод наименьших квадратов. Подбор эмпирических формул	4		2		2	ОПК-1, УК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-11	Решение задач
13	Решение разностных уравнений первого и второго порядка с постоянными коэффициентами. Численное дифференцирование. Регуляризация дифференцирования.	4	2			2	ОПК-1, УК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-11	Решение задач
14	Понятие о методе Монте-Карло. Доверительный интервал. Сравнение величин. Нахождение стохастической зависимости.	4		2		2	ОПК-1, УК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-11	Решение задач
15	Преобразование Лапласа, Фурье и др. Функции математической статистики.	6	2	2		2	ОПК-1, УК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-11	Решение задач
Всего по видам учебных занятий		72	18	18	-	36		

ДЛЯ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ

п/п	Раздел, тема, содержание темы дисциплины	Общая трудоемкость (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)						
			Всего	Аудиторные уч. занятия			Сам. раб.	Планируемые результаты обучения	Формы текущего контроля
				Лек.	Пр.	Лаб.			
1	Погрешности вычислений. Определение количества верных значащих цифр.	4					4	ОПК-1, УК-5, ПК-1,	Решение

							ПК-2, ПК-11	задач
2	Погрешности алгебраических операций. Правила округления	5				5	ОПК-1, УК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-11	Решение задач
3	Понятие о вероятностной оценке погрешности.	4				4	ОПК-1, УК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-11	Решение задач
4	Методы решения нелинейных уравнений: графический, хорд, касательных, итераций.	6	2			4	ОПК-1, УК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-11	Решение задач
5	Комбинированный метод хорд и касательных	4				4	ОПК-1, УК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-11	Решение задач
6	Методы численного решения систем линейных и нелинейных уравнений	6				6	ОПК-1, УК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-11	Решение задач
7	Оценка погрешностей. Требования к вычислительному алгоритму. Устойчивость и сложность алгоритма.	5				5	ОПК-1, УК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-11	Решение задач
8	Линейная и сплайн-интерполяция. Интерполяция многочленами n -ой степени. Оценка погрешности интерполирования.	4				4	ОПК-1, УК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-11	Решение задач
9	Интерполяционные формулы Лагранжа и Ньютона. Среднеквадратическое и равномерное приближение функций.	4				4	ОПК-1, УК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-11	Решение задач
10	Численное интегрирования функций по формулам прямоугольников, трапеций и Симпсона. Погрешности численного интегрирования	5		2		3	ОПК-1, УК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-11	Решение задач
11	Интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений методами степенных рядов Эйлера, Эйлера с уравниванием и Рунге-Кутта. Оценка погрешностей.	4	2			2	ОПК-1, УК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-11	Решение задач
12	Моделирование нормальной случайной величины. Метод наименьших квадратов. Подбор эмпирических формул	6				6	ОПК-1, УК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-11	Решение задач
13	Решение разностных уравнений первого и второго порядка с постоянными коэффициентами. Численное дифференцирование. Регуляризация дифференцирования.	5				5	ОПК-1, УК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-11	Решение задач

14	Понятие о методе Монте Карло. Доверительный интервал. Сравнение величин. Нахождение стохастической зависимости.	6		2		4	ОПК-1, УК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-11	Решение задач
15	Преобразование Лапласа, Фурье и др. Функции математической статистики.	4				4	ОПК-1, УК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-11	Решение задач
Всего по видам учебных занятий		72	4	4		64		

5.2. Тематика семинарских занятий

1. Абсолютная, относительные погрешности данных
2. Линейная и нелинейная оценка погрешности функции
3. Задача алгебраической интерполяции.
4. Интерполяционный полином в форме Лагранжа и в форме Ньютона.
5. Существование и единственность алгебраического интерполяционного полинома.
6. Интерполяция по чебышевским узлам.
7. Оценка погрешности интерполяции для функций, заданных с ошибками.
8. Кусочно-многочленная интерполяция.
9. Простейшие формулы численного дифференцирования. Оценка погрешности. Оптимальный шаг численного дифференцирования
10. Квадратурные формулы вычисления определенных интегралов (формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона), оценка погрешности, вывод и оценки.
11. Квадратурные формулы Гаусса.
12. Прямые методы решения СЛАУ
13. Методы Гаусса решения СЛАУ: метод Гаусса, метод Гаусса с выбором главного элемента, обращение матриц
14. Итерационные методы решения СЛАУ
15. Метод простых итераций. Необходимое, достаточное условия сходимости метода простых итераций. Методы Якоби, Зейделя.
16. Поиск решения нелинейного уравнения
17. Решение нелинейных уравнений методами бисекций (деления отрезка пополам) и хорд
18. Решение нелинейных уравнений методом Ньютона (касательных) и комбинированным методом хорд и касательных
19. Решение нелинейных уравнений методом итераций
20. Аналитические, графические подходы при поиске решения нелинейного уравнения
21. Итерационные методы решения нелинейных уравнений
22. Уточнение значения корня уравнения методами: простой итерации, Ньютона, хорд, дихотомии Итерационные методы решения системы уравнений
23. Уточнение значения корня системы уравнений методами: простой итерации, Ньютона
24. Постановка задачи Коши. Общая постановка задачи Коши, сведение системы ОДУ к решению обыкновенного дифференциального уравнения.
25. Одношаговые методы решения ОДУ. Метод Эйлера, семейство методов Рунге-Кутты.
26. Краевая задача дифференциального уравнения
27. Постановка краевой задачи, с граничными условиями первого и второго родов
28. Реализация краевой задачи

5.4. Тематика лабораторных работ

Учебным планом не предусмотрены

5.5. Примерная тематика курсовых работ

Учебным планом не предусмотрены

6. Образовательные технологии

При проведении учебных занятий по дисциплине используются традиционные и инновационные, в том числе информационные образовательные технологии, включая при необходимости применение активных и интерактивных методов обучения.

Традиционные образовательные технологии реализуются, преимущественно, в процессе лекционных и практических (семинарских, лабораторных) занятий. Инновационные образовательные технологии используются в процессе аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов в виде применения активных и интерактивных методов обучения.

Информационные образовательные технологии реализуются в процессе использования электронно-библиотечных систем, электронных образовательных ресурсов и элементов электронного обучения в электронной информационно-образовательной среде для активизации учебного процесса и самостоятельной работы студентов.

Развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений и лидерских качеств при проведении учебных занятий.

Практические (семинарские занятия относятся к интерактивным методам обучения и обладают значительными преимуществами по сравнению с традиционными методами обучения, главным недостатком которых является известная изначальная пассивность субъекта и объекта обучения.

Практические занятия могут проводиться в форме групповой дискуссии, «мозговой атаки», разборка кейсов, решения практических задач и др. Прежде, чем дать группе информацию, важно подготовить участников, активизировать их ментальные процессы, включить их внимание, развивать кооперацию и сотрудничество при принятии решений.

Методические рекомендации по проведению различных видов практических (семинарских) занятий.

1. Обсуждение в группах

Групповое обсуждение какого-либо вопроса направлено на нахождение истины или достижение лучшего взаимопонимания, Групповые обсуждения способствуют лучшему усвоению изучаемого материала.

На первом этапе группового обсуждения перед обучающимися ставится проблема, выделяется определенное время, в течение которого обучающиеся должны подготовить аргументированный развернутый ответ.

Преподаватель может устанавливать определенные правила проведения группового обсуждения:

- задавать определенные рамки обсуждения (например, указать не менее 5... 10 ошибок);
- ввести алгоритм выработки общего мнения (решения);
- назначить модератора (ведущего), руководящего ходом группового обсуждения.

На втором этапе группового обсуждения вырабатывается групповое решение совместно с преподавателем (арбитром).

Разновидностью группового обсуждения является круглый стол, который проводится с целью поделиться проблемами, собственным видением вопроса, познакомиться с опытом, достижениями.

2. Публичная презентация проекта

Презентация – самый эффективный способ донесения важной информации как в разговоре «один на один», так и при публичных выступлениях. Слайд-презентации с использованием мультимедийного оборудования позволяют эффективно и наглядно представить содержание изучаемого материала, выделить и проиллюстрировать сообщение, которое несет поучительную информацию, показать ее ключевые содержательные пункты. Использование интерактивных элементов позволяет усилить эффективность публичных выступлений.

3. Дискуссия

Как интерактивный метод обучения означает исследование или разбор. Образовательной дискуссией называется целенаправленное, коллективное обсуждение конкретной проблемы (ситуации), сопровождающейся обменом идеями, опытом, суждениями, мнениями в составе группы обучающихся.

Как правило, дискуссия обычно проходит три стадии: ориентация, оценка и консолидация. Последовательное рассмотрение каждой стадии позволяет выделить следующие их особенности.

Стадия ориентации предполагает адаптацию участников дискуссии к самой проблеме, друг другу, что позволяет сформулировать проблему, цели дискуссии; установить правила, регламент дискуссии.

В стадии оценки происходит выступление участников дискуссии, их ответы на возникающие вопросы, сбор максимального объема идей (знаний), предложений, пресечение преподавателем (арбитром) личных амбиций отклонений от темы дискуссии.

Стадия консолидации заключается в анализе результатов дискуссии, согласовании мнений и позиций, совместном формулировании решений и их принятии.

В зависимости от целей и задач занятия, возможно, использовать следующие виды дискуссий: классические дебаты, экспресс-дискуссия, текстовая дискуссия, проблемная дискуссия, ролевая (ситуационная) дискуссия.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Описание шкал оценивания степени сформированности компетенций

7.1. Описание шкал оценивания степени сформированности компетенций

Уровни сформированности компетенций	Индикаторы	Качественные критерии оценивание			
		2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов
УК-5					
Базовый	Знать: содержание процесса целеполагания профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации	Допускает существенные ошибки при раскрытии содержания процесса целеполагания, его особенностей и способов реализации	Демонстрирует частичные знания содержания процесса целеполагания, некоторых особенностей профессионального развития и самореализации	Демонстрирует знания сущности процесса целеполагания, отдельных особенностей процесса и способов его реализации, характеристик профессионального	

<p>при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда.</p>		<p>личности, указывает способы реализации, но не может обосновать возможность их использования в конкретных ситуациях.</p>	<p>ого развития личности, но не выделяет критерии выбора способов целереализации при решении профессиональных задач.</p>	
<p>Уметь: формулировать цели личного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей.</p>	<p>Имея базовые представления о тенденциях развития профессиональной деятельности и этапах профессионального роста, не способен сформулировать цели профессионального и личного развития</p>	<p>При формулировке целей профессионального и личного развития не учитывает тенденции развития сферы профессиональной деятельности и индивидуально-личностные особенности.</p>	<p>Формулирует цели личного и профессионального развития, исходя из тенденций развития сферы профессиональной деятельности и индивидуально-личностных особенностей, но не полностью учитывает возможные этапы профессиональной социализации.</p>	
<p>Владеть: осуществлять личный выбор в различных профессиональных и морально-ценностных ситуациях, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой и обществом.</p>	<p>Не владеет Владеет отдельными приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению стандартных профессиональных задач, допуская ошибки при выборе</p>	<p>В целом владеет отдельными приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению стандартных профессиональных задач, давая не полностью аргументированное</p>	<p>Владеет приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению стандартных профессиональных задач, полностью аргументируя предлагаемые варианты решения.</p>	

		приемов и технологий и их реализации.	обоснование предлагаемого варианта решения.		
Повышенный					В полном объёме раскрывает полное содержание процесса целеполагания, всех его особенностей, аргументированно обосновывает критерии выбора способов профессиональной и личностной целереализации и при решении профессиональных задач
					В полном объёме умеет и готов формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально личностных особенностей
					В полном объёме демонстрирует владение

					системой приемов и технологий целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению нестандартных профессиональных задач, полностью аргументируя выбор предлагаемого варианта решения.
--	--	--	--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ОПК-1

Базовый	Знать: основные методы получения научно-исследовательских результатов в области математики	Не знает: Фрагментарно знать математические методы, применяемые в построении	В целом знает: В целом успешное, но не систематическое знание основ математических методов, применяемых в математике	Знает: В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание основ математических методов, применяемых в математике	
	Уметь: разрабатывать новые методы и алгоритмы исследования и применять их в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области математики, механики, естественных наук	Не умеет: разрабатывать новые методы и алгоритмы исследования и применять их в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области математики, механики, естественных наук	В целом умеет: разрабатывать новые методы и алгоритмы исследования и применять их в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области математики, механики, естественных наук	Умеет: разрабатывать новые методы и алгоритмы исследования и применять их в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области математики, механики, естественных наук	
	Владеть: методами построения и исследования математических моделей в	Не владеет: методами построения и исследования математических моделей в	В целом владеет: методами построения и исследования математических	Владеет: методами построения и исследования математических моделей в	

	естественных науках с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	естественных науках с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	моделей в естественных науках с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	естественных науках с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	
Повышенный					В полном объеме знает: Успешное знание основ математических методов, применяемых в математике
					В полном объеме умеет: разрабатывать новые методы и алгоритмы исследования и применять их в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области математики, механики, естественных наук
					В полном объеме владеет: методами построения и исследования математических моделей в естественных науках с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникацио

					нных технологий
ПК-1					
Базовый	Знать: основные понятия дисциплины, её методы, место и роль в решении научно-практических задач с использованием современного математического аппарата	Не знает: основные понятия дисциплины, её методы, место и роль в решении научно-практических задач с использованием современного математического аппарата	В целом знает: основные понятия дисциплины, её методы, место и роль в решении научно-практических задач с использованием современного математического аппарата	Знает: основные понятия дисциплины, её методы, место и роль в решении научно-практических задач с использованием современного математического аппарата	
	Уметь: применять и совершенствовать современный математический аппарат при решении научно-практических задач в математике	Не умеет: применять и совершенствовать современный математический аппарат при решении научно-практических задач в математике	В целом умеет: применять и совершенствовать современный математический аппарат при решении научно-практических задач в математике	Умеет: применять и совершенствовать современный математический аппарат при решении научно-практических задач в математике	
	Владеть: современным математическим аппаратом для решения математических задач	Не владеет: современным математическим аппаратом для решения математических задач	В целом владеет: современным математическим аппаратом для решения математических задач	Владеет: современным математическим аппаратом для решения математических задач	
Повышенный					В полном объеме знает: основные понятия дисциплины, её методы, место и роль в решении научно-практических задач с использованием

					современного математического аппарата
					В полном объеме умеет: применять и совершенствовать современный математический аппарат при решении научно-практических задач в математике
					В полном объеме владеет: современным математическим аппаратом для решения математических задач

ПК-2

Базовый	<p>Знать: основные методы разработки алгоритмов и структуры данных, используемые для представления типовых информационных объектов</p>	<p>Не знает: основные методы разработки алгоритмов и структуры данных, используемые для представления типовых информационных</p>	<p>В целом знает: основные методы разработки алгоритмов и структуры данных, используемые для представления типовых информационных</p>	<p>Знает: основные методы разработки алгоритмов и структуры данных, используемые для представления типовых информационных</p>	
	<p>Уметь: использовать стандартные пакеты (библиотеки) языка для решения численных методов; -решать исследовательские</p>	<p>Не умеет: использовать стандартные пакеты (библиотеки) языка для решения численных методов; -решать</p>	<p>В целом умеет: использовать стандартные пакеты (библиотеки) языка для решения численных методов; -решать</p>	<p>Умеет: использовать стандартные пакеты (библиотеки) языка для решения численных методов; -решать</p>	

	и проектные задачи с использованием компьютеров	исследовательские и проектные задачи с использованием компьютеров	исследовательские и проектные задачи с использованием компьютеров	исследовательские и проектные задачи с использованием компьютеров	
	Владеть: - методами построения современных проблемно-ориентированных прикладных программных средств; - численными методами и средствами разработки и оформления технической документации	Не владеет: методами построения современных проблемно-ориентированных прикладных программных средств; - численными методами и средствами разработки и оформления технической документации	В целом владеет: методами построения современных проблемно-ориентированных прикладных программных средств; - численными методами и средствами разработки и оформления технической документации	Владеет: методами построения современных проблемно-ориентированных прикладных программных средств; - численными методами и средствами разработки и оформления технической документации	
Повышенны й					В полном объеме знает: основные методы разработки алгоритмов и программ, структуры данных, используемые для представления типовых информационных объектов
					В полном объеме умеет: использовать стандартные пакеты (библиотеки) языка для решения численных методов; -решать исследовательские и

					проектные задачи с использованием компьютеров
					В полном объеме владеет: методами построения современных проблемно-ориентированных прикладных программных средств; - численными методами и средствами разработки и оформления технической документации

ПК-11

	Знать: основные понятия и методы математического моделирования, теории дифференциальных уравнений в частных производных, статистических методов обработки экспериментальных данных, элементов теории функции комплексного переменного, теории численных методов решения краевых задач	Не знает: основные понятия и методы математического моделирования, теории дифференциальных уравнений в частных производных, статистических методов обработки экспериментальных данных, элементов теории функции комплексного переменного, теории численных методов решения	В целом знает: основные понятия и методы математического моделирования, теории дифференциальных уравнений в частных производных, статистических методов обработки экспериментальных данных, элементов теории функции комплексного переменного, теории численных методов решения	Знает: основные понятия и методы математического моделирования, теории дифференциальных уравнений в частных производных, статистических методов обработки экспериментальных данных, элементов теории функции комплексного переменного, теории численных методов решения	
	Уметь:	Не умеет:	В целом умеет:	Умеет:	

	использовать математический аппарат и методы для обработки информации и анализа данных	использовать математический аппарат и методы для обработки информации и анализа данных	использовать математический аппарат и методы для обработки информации и анализа данных	использовать математический аппарат и методы для обработки информации и анализа данных	
	Владеть: методами построения и реализации математических моделей профессиональных задач, а также научно-исследовательских задач	Не владеет: методами построения и реализации математических моделей профессиональных задач, а также научно-исследовательских задач	В целом владеет: методами построения и реализации математических моделей профессиональных задач, а также научно-исследовательских задач	Владеет: методами построения и реализации математических моделей профессиональных задач, а также научно-исследовательских задач	
Повышенный					В полном объеме знает: основные понятия и методы математического моделирования, теории дифференциальных уравнений в частных производных, статистических методов обработки экспериментальных данных, элементов теории функции комплексного переменного, теории численных методов решения
					В полном объеме умеет: использовать математический аппарат и методы для обработки

					информации и анализа данных
					В полном объеме владеет: методами построения и реализации математических моделей профессиональных задач, а так же научно-исследовательских задач

7.2. Типовые контрольные задания или иные учебно-методические материалы, необходимые для оценивания степени сформированности компетенций в процессе освоения учебной дисциплины

7.2.1. Типовые темы к письменным работам, докладам и выступлениям:

1. Аналитический метод отделение корней алгебраических уравнений.
2. Метод бисекции определения корней нелинейного уравнения.
3. Метод последовательных приближений.
4. Теорема о достаточном условии сходимости метода простой итерации.
5. Метод Ньютона, уточнения корня трансцендентного уравнения.
6. Теорема о сходимости метода Ньютона.
7. Модифицированный метод Ньютона для решения нелинейного уравнения.
8. Метод секущих для решения нелинейного уравнения.
9. Метод хорд.
10. Комбинированный метод.
11. Нелинейные системы уравнений.
12. Метод простой итерации для систем двух уравнений (теорема сходимости).
13. Метод простой итерации для систем n-уравнений. Теорема – принцип сжимающих отображений.
14. Метод Ньютона для систем из двух уравнений.
15. Метод Ньютона для систем из n-уравнений.
16. Теорема существования и сходимости метода Ньютона для систем уравнений.
17. Постановка задачи Коши.
18. Методы решения задачи Коши.
19. Метод Эйлера решения задачи Коши.
20. Ошибки дискретизации.
21. Теорема об ошибке дискретизации метода Эйлера.
22. Метод Рунге-Кутты построения одношаговых методов. Общая теория.
23. Методы Рунге-Кутты.
24. Многошаговые методы.
25. Методы Адамса-Башфорта.
26. Методы Адамса-Моултона.
27. Метод Рунге-Кутты построения одношаговых методов. Метод первого порядка.
28. Метод Рунге-Кутты построения одношаговых методов. Метод второго порядка.
29. Экстраполяционный метод Адамса.

30. Интерполяционный метод Адамса.

Критерии оценки доклада, сообщения, реферата:

Отметка «отлично» за письменную работу, реферат, сообщение ставится, если изложенный в докладе материал:

- отличается глубиной и содержательностью, соответствует заявленной теме;
- четко структурирован, с выделением основных моментов;
- доклад сделан кратко, четко, с выделением основных данных;
- на вопросы по теме доклада получены полные исчерпывающие ответы.

Отметка «хорошо» ставится, если изложенный в докладе материал:

- характеризуется достаточным содержательным уровнем, но отличается недостаточной структурированностью;

- доклад длинный, не вполне четкий;

- на вопросы по теме доклада получены полные исчерпывающие ответы только после наводящих вопросов, или не на все вопросы.

Отметка «удовлетворительно» ставится, если изложенный в докладе материал:

- недостаточно раскрыт, носит фрагментарный характер, слабо структурирован;
- докладчик слабо ориентируется в излагаемом материале;

- на вопросы по теме доклада не были получены ответы или они не были правильными.

Отметка «неудовлетворительно» ставится, если:

- доклад не сделан;

- докладчик не ориентируется в излагаемом материале;

- на вопросы по выполненной работе не были получены ответы или они не были правильными.

7.2.2. Примерные вопросы к итоговой аттестации (экзамен)

1. Элементарная теория погрешностей
2. Абсолютная погрешность вычисления
3. Относительная погрешность вычисления
4. Основные определения и теоремы теории погрешностей
5. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса
6. Итерационные методы решения линейных систем. Метод простых итераций
7. Метод Зейделя для решения систем линейных уравнений
8. Численные методы решения нелинейных уравнений. Графический метод
9. Метод половинного деления для решения нелинейных уравнений
10. Метод хорд для решения нелинейных уравнений
11. Метод касательных для решения нелинейных уравнений
12. Метод простой итерации для решения нелинейных уравнений
13. Сходимость итерационных методов для решения нелинейных уравнений
14. Приближение функций. Задача алгебраической интерполяции
15. Существование и единственность алгебраического интерполяционного полинома
16. Интерполяционный полином в форме Лагранжа
17. Первый интерполяционный полином Ньютона
18. Второй интерполяционный полином Ньютона
19. Численное интегрирование. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса
20. Квадратурные формулы прямоугольников.
21. Квадратурные формулы трапеций.
22. Квадратурные формулы Симпсона.
23. Приближенное решение дифференциальных уравнений. Метод Эйлера.

24. Приближенное решение дифференциальных уравнений. Метод Рунге-Кутты.

**Критерии оценки устного ответа на вопросы по дисциплине
«Численные методы»:**

- ✓ 30 баллов - если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой. Логически корректное и убедительное изложение ответа.
- ✓ 20 - баллов - знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; умение пользоваться концептуально-понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.
- ✓ 10 баллов – фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий; стремление логически определенно и последовательно изложить ответ.
- ✓ 0 – незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.

7.2.3. Тестовые задания для проверки знаний студентов

1. (ПК-1, ПК-2, ПК-11) Корень квадратный из суммы квадратов модулей всех элементов матрицы есть

- а) норма 2; б) норма 3; в) норма 1.

2. (ОПК-3) Норма 2 матрицы $\begin{pmatrix} 11 & 10 & -5 & -12 \\ 1 & 0,5 & -9 & 4 \\ 6 & 0 & -5 & 2 \\ -4 & 8 & -7 & 4 \end{pmatrix}$ равна

- а) 38; б) 26; в) 26,4244.

3. (ОПК-3) Процесс интеграции для системы $X = \beta + \alpha X$ сходится к единственному решению независимо от выбора начального вектора, если сумма модулей элементов строк или сумма модулей столбцов

- а) больше единицы; б) меньше единицы; в) равно единице.

4. (ПК-1, ПК-2, ПК-11) Если для получения значения функции по данному значению аргумента нужно выполнить арифметические операции и возведение в степень с рациональным показателем, то функция называется

- а) алгебраической; б) трансцендентной; в) рациональной.

5. (ПК-1, ПК-2, ПК-11) Идея метода касательных состоит в том, что на достаточно малом промежутке $[a, b]$ дуга кривой $y = f(x)$ заменяется касательной к этой кривой. В качестве приближенного значения корня принимается точка пересечения касательной с осью Ox . Координаты этой точки определяются формулой

$$а) x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)(b - x_n)}{f(b) - f(x_n)};$$

$$б) x_n = \varphi(x_{n-1});$$

$$в) x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}.$$

6. (ОПК-4) Число действительных корней уравнения $5x^3 - 20x + 3 = 0$ по правилу Штурма равно

а) один положительный корень, два отрицательных корня;

б) два положительных корня, один отрицательный корень;

в) три положительных корня.

7. (ОПК-4) Основными характеристиками табличных функций являются

а) название функций, объем, шаг, количество знаков табулируемой функции, количество входов;

б) начальное значение, объём, шаг, количество знаков табулируемой функции, количество входов;

в) название функций, объём, шаг, начальное и конечное значения, количество входов.

8. (ПК-1, ПК-2, ПК-11) Центральные табличные разности используются в интерполяционной формуле

а) Ньютона; б) Гаусса; в) Эйткина; г) Лагранжа.

9. (ПК-1, ПК-2, ПК-11) Интерполяционный многочлен Лагранжа имеет вид:

$$а) L_n(x) = \sum_{i=0}^n y_i \frac{(x-x_0)\dots(x-x_{i-1})(x-x_{i+1})\dots(x-x_n)}{(x_i-x_0)\dots(x_i-x_{i-1})(x_i-x_{i+1})\dots(x_i-x_n)};$$

$$б) P_n(x) = y_0 + \frac{\Delta y_0}{1!h}(x-x_0) + \frac{\Delta^2 y_0}{2!h^2}(x-x_0)(x-x_1) + \dots +$$

$$+ \frac{\Delta^n y_0}{n!h^n}(x-x_0)\dots(x-x_{n-1});$$

$$в) P_n(x) = y_n + \frac{\Delta y_{n-1}}{1!h}(x-x_n) + \frac{\Delta^2 y_{n-2}}{2!h^2}(x-x_n)(x-x_{n-1}) + \dots +$$

$$+ \frac{\Delta^n y_0}{n!h^n}(x-x_n)\dots(x-x_1)$$

10. (ПК-1, ПК-2, ПК-11) Формула приближенного вычисления интеграла методом прямоугольников имеет вид

$$\text{а) } \int_a^b f(x) dx \approx (b-a) \frac{f(a) + f(b)}{2};$$

$$\text{б) } \int_a^b f(x) dx \approx \frac{(b-a)}{n} \sum_{i=0}^{n-1} y_i;$$

$$\text{в) } \int_a^b f(x) dx \approx \frac{(b-a)}{6n} [(y_0 + y_{2n}) + 4(y_1 + \dots + y_{2n-1}) + 2(y_2 + \dots + y_2 + \dots + y_{2n-2})];$$

$$\text{г) } \int_{-1}^1 f(x) dx \approx c_1 f(x_1) + c_2 f(x_2) + \dots + c_n f(x_n).$$

11. (ПК-1, ПК-2, ПК-11) Всякое решение, которое может быть получено из общего при определенных числовых значениях произвольных постоянных, входящих в общее решение, называется

а) допустимым решением дифференциального уравнения;

б) общим решением дифференциального уравнения;

в) частным решением дифференциального уравнения.

12. (ПК-1, ПК-2, ПК-11) По методу Эйлера - Коши приближение решения дифференциального уравнения определяется по формуле

$$\text{а) } y_{k+1} = y_k + \Delta y_k;$$

$$\text{б) } y_n(x) = y_0 + \int_{x_0}^x f(x, y_{n-1}) dx;$$

$$\text{в) } y_{i+1} = y_i + h \frac{y'_i + \tilde{y}'_{i+1}}{2}, \text{ где } \tilde{y}'_{i+1} = f(x_{i+1}, \tilde{y}_{i+1});$$

$$\text{г) } y_{i+1}^{(k)} = y_i + \frac{h}{2} [f(x_i, y_i) + f(x_{i+1}, y_{i+1}^{(k-1)})];$$

$$\text{д) } y_{i+1} = y_i + \Delta y_i, \text{ где } \Delta y_i = \frac{1}{6} (k_1^{(i)} + 2k_2^{(i)} + 2k_3^{(i)} + k_4^{(i)}).$$

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний

Ключи к тестовым заданиям.

№	Вариант 4
1	б
2	б
3	б
4	а
5	в
6	б

7	а
8	б
9	а
10	а
11	в
12	г

Шкала оценивания (за правильный ответ дается 1 балл)

«неудовлетворительно» – 50% и менее

«удовлетворительно» – 51-80%

«хорошо» – 81-90%

«отлично» – 91-100%

Критерии оценки тестового материала по дисциплине

«Численные методы»:

✓ 5 баллов - выставляется студенту, если выполнены все задания варианта, продемонстрировано знание фактического материала (базовых понятий, алгоритма, факта).

✓ 4 балла - работа выполнена вполне квалифицированно в необходимом объёме; имеются незначительные методические недочёты и дидактические ошибки. Продемонстрировано умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; понятен творческий уровень и аргументация собственной точки зрения

✓ 3 балла – продемонстрировано умение синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей в рамках определенного раздела дисциплины;

✓ 2 балла - работа выполнена на неудовлетворительном уровне; не в полном объёме, требует доработки и исправлений и исправлений более чем половины объема.

8.Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8.1. Основная литература:

1. **Гулин, А. В.** Введение в численные методы в задачах и упражнениях: учебное пособие / А.В. Гулин, О.С. Мажорова, В.А. Морозова. - Москва : АРГАМАК-МЕДИА: ИНФРА-М, 2019. - 368 с. - ISBN 978-5-16-012876-4. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1032671> (дата обращения: 05.09.2020). - Режим доступа: по подписке.- Текст: электронный.
2. **Денежкина, И. Е.** Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Численные методы" / И. Е. Денежкина. - Москва : Финансовая академия, 2004. - 22 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/497494> (дата обращения: 05.09.2020). - Режим доступа: по подписке.- Текст: электронный.
3. **Маничев, В. Б.** Численные методы. Достоверное и точное численное решение дифференциальных и алгебраических уравнений в САЕ-системах САПР: учебное пособие / В.Б. Маничев, В.В. Глазкова, И.А. Кузьмина. - Москва: ИНФРА-М, 2019. - 152 с. (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-010366-2. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/980116> (дата обращения: 05.09.2020). - Режим доступа: по подписке.- Текст: электронный.
4. **Пантелеев, А. В.** Численные методы. Практикум: учебное пособие / А.В. Пантелеев, И.А. Кудрявцева. - Москва: ИНФРА-М, 2020. - 512 с. -(Высшее

- образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-012333-2. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1028969> (дата обращения: 05.09.2020). - Режим доступа: по подписке.- Текст: электронный.
5. **Шевченко, А. С.** Лабораторный практикум по численным методам: практикум / А.С. Шевченко. - Москва: ИНФРА-М, 2018. - 199 с. (Высшее образование).- ISBN 978-5-16-106606-5.- URL: <https://znanium.com/catalog/product/966104> (дата обращения: 05.09.2020). – Режим доступа: по подписке.- Текст: электронный.
 6. **Жукова, Г. С.** Дифференциальные уравнения : учебник / Г. С. Жукова. - Москва: ИНФРА-М, 2020. - 504 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-015970-6. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1072180> (дата обращения: 23.09.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
 7. **Коган, Е. А.** Обыкновенные дифференциальные уравнения и вариационное исчисление: учебное пособие / Е. А. Коган. - Москва: ИНФРА-М, 2020. - 293 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-015817-4. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1058922> (дата обращения: 23.09.2020). – Режим доступа: по подписке. - Текст: электронный.

8.2. Дополнительная литература:

1. **Белов, Ю. Я.** Аппроксимация и корректность краевых задач для дифференциальных уравнений: учебное пособие / Ю. Я. Белов, Р. В. Сорокин, И. В. Фроленков. - Красноярск: СФУ, 2012. - 172 с. - ISBN 978-5-7638-2499-5. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/491959> (дата обращения: 23.09.2020). - Режим доступа: по подписке. - Текст: электронный.
2. **Дифференциальные уравнения в примерах и задачах:** учебно-методическое пособие / А. М. Мамчуев.- Карачаевск: КЧГУ,2009.- 48 с.- URL: <https://lib.kchgu.ru> дата обращения: 23.09.2020). – Текст: электронный.
3. **Егоров, А. И.** Обыкновенные дифференциальные уравнения и система Maple: учебное пособие / Егоров А.И. - Москва: СОЛОН-Пресс, 2016. - 392 с.: ISBN 978-5-91359-205-7. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/858610> (дата обращения: 23.09.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
4. **Жукова, Г. С.** Дифференциальные уравнения в примерах и задачах: учебное пособие / Г. С. Жукова. - Москва: ИНФРА-М, 2021. - 348 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-015971-3. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1072182> (дата обращения: 23.09.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
5. **Ледовская, Е. В.** Решение дифференциальных уравнений I порядка и некоторых видов дифференциальных уравнений старшего порядка : методические указания к типовому расчету / Е. В. Ледовская, Н. Б. Махова. - Москва: МГАВТ, 2007. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/401063> (дата обращения: 23.09.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
6. **Литвин, Д. Б.** Обыкновенные дифференциальные уравнения и системы: учебное пособие / Д. Б.Литвин , С.В. Мелешко , И.И. Мамаев . - Ставрополь: Сервисшкола, 2017. - 76 с. - ISBN. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/976476> (дата обращения: 23.09.2020). – Режим доступа: по подписке– Текст: электронный.

7. **Осадчий, Ю. М.** Дифференциальные уравнения: учебное пособие / Ю.М. Осадчий. - Москва: ИНФРА-М, 2019. - 157 с. - ISBN 978-5-16-107965-2. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1039633> (дата обращения: 23.09.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
8. **Пантелеев, А. В.** Обыкновенные дифференциальные уравнения. Практикум: Учебное пособие / А. В.Пантелеев, А. С. Якимова, К. А. Рыбаков. - Москва : ИНФРА-М, 2019. - 432 с. (Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-16-011973-1. - URL: <https://znanium.com/catalog/product /1010761> (дата обращения: 23.09.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
9. **Дунаев, А. А.** Численные методы: учебное пособие / А. А. Дунаев, А. С. Шилин; Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина. — Рязань: РГУ имени С.А.Есенина, 2014. - 179 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/164457> (дата обращения: 06.04.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст: электронный.
10. **Гавришина, О. Н.** Численные методы: учебное пособие / О. Н. Гавришина, Ю. Н. Захаров, Л. Н. Фомина; Кемеровский государственный университет. - Кемерово: КемГУ, 2011. - 238 с. - ISBN 978-5-8353-1126-2. - URL: <https://e.lanbook.com/book/61412> (дата обращения: 06.04.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.- Текст: электронный.

9. Методические указания для обучающихся по освоению учебной дисциплины (модуля)

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: краткое, схематичное, последовательное фиксирование основных положений, выводов, формулировок, обобщений; выделение ключевых слов, терминов. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросы, терминов, материала, вызывающего трудности. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом
Контрольная работа/ индивидуальные задания	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др.
Реферат	Реферат: Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.
Коллоквиум	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным

	вопросам и др.
Самостоятельная работа	<p>Проработка учебного материала занятий семинарского типа. Изучение нового материала до его изложения на занятиях. Поиск, изучение и презентация информации по заданной теме, анализ научных источников. Самостоятельное изучение отдельных вопросов тем дисциплины:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Решение уравнений с частными производными методом Монте-Карло 2. Пошаговый контроль точности. Метод Кутты - Мерсона. 3. Многошаговые методы Адамса. 4. Экстраполяционные методы Адамса-Башфорта. 5. Предиктор-корректорные методы Адамса. 6. Метод Милна четвёртого порядка. 7. Общий вид линейных многошаговых методов. Условия согласованности. 8. Методы Адамса - Штёрмера. 9. Общая схема решения задач численного анализа - устойчивость, сходимость. 10. Простейшие разностные аппроксимации задачи Коши. 11. Глобальная погрешность метода Эйлера. 12. Линейные разностные уравнения с постоянными коэффициентами. 13. Исследование устойчивости многошаговых методов. 14. Жёсткие уравнения и системы. 15. А - и $A(\alpha)$-устойчивость. Чисто неявные схемы. 16. А - устойчивость неявного двухшагового разностного метода второго порядка. 17. Вариационные методы (наименьших квадратов, Рунге). <p>Подготовка к текущему контролю, к промежуточной аттестации.</p>
Подготовка к зачёту	При подготовке к зачёту необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

10. Требования к условиям реализации рабочей программы дисциплины (модуля)

10.1. Общесистемные требования

Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «КЧГУ»

<http://kchgu.ru> - адрес официального сайта университета

<https://do.kchgu.ru> - электронная информационно-образовательная среда КЧГУ

Электронно-библиотечные системы (электронные библиотеки)

Учебный год	Наименование документа с указанием реквизитов	Срок действия документа
2022 / 2023 учебный год	Электронно-библиотечная система ООО «Знаниум». Договор № 179 ЭБС от 22 марта 2022г.	с 30.03.2022 г по 30.03.2023 г.
	Электронно-библиотечная система «Лань». Договор № СЭБ НВ-294 от 1 декабря 2020 года.	Бессрочный
2022 /2023 учебный год	Электронная библиотека КЧГУ (Э.Б.). Положение об ЭБ утверждено Ученым советом от 30.09.2015г.Протокол № 1). Электронный адрес: https://kchgu.ru/biblioteka - kchgu/	Бессрочный

<p>2022 / 2023 Учебный год</p>	<p>Электронно-библиотечные системы: Научная электронная библиотека «ELIBRARY.RU» - https://www.elibrary.ru. Лицензионное соглашение №15646 от 01.08. 2014г.Бесплатно.</p> <p>Национальная электронная библиотека (НЭБ) – https://rusneb.ru. Договор №101/НЭБ/1391 от 22.03. 2016г.Бесплатно.</p> <p>Электронный ресурс «Polred.com Обзор СМИ» – https://polpred.com. Соглашение. Бесплатно.</p>	<p>Бессрочно</p>
------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------

10.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

При необходимости для проведения занятий используется аудитория, оборудованная компьютером с доступом к сети Интернет с установленным на нем необходимым программным обеспечением и браузером, проектор (интерактивная доска) для демонстрации презентаций и мультимедийного материала.

В соответствии с содержанием практических (лабораторных) занятий при их проведении используется аудитория, рабочие места обучающихся в которой оснащены компьютерной техникой, имеют широкополосный доступ в сеть Интернет и программное обеспечение, соответствующее решаемым задачам.

Занятия проводятся в аудитории № 23 (2 этаж 2 учебного корпуса №2).

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, лабораторных работ и курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, для занятий по практикам, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Специализированная мебель: столы ученические, стулья, стол преподавателя, доска меловая.

Технические средства обучения:

1) 10 персональных компьютеров с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета, звуковые колонки, широкополосный телевизор.

Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная.
2. Microsoft Office (Лицензия № 60127446), бессрочная.
3. Kaspersky Endpoint Security (Лицензия № 0E-2617020310350323790), с 02.03.2017 г. по 02.03.2019 г.
4. Kaspersky Endpoint Security (Лицензия № 0E-2619021414342391082), с 14.02.2019 г. по 02.03.2021 г.
5. Kaspersky Endpoint Security (Лицензия № 280E-210210-093403-420-2061), с 03.03.2021 г. по 04.03.2023 г.
6. Пакет приложений для объектно-ориентированного программирования Embarcadero (Item Number: 2013123054325206). Бессрочная лицензия.
7. Пакет приложений для объектно-ориентированного программирования Embarcadero (Item Number: 2013123054325206). Бессрочная лицензия.
8. Пакет визуального 3D-моделирования Blender (лицензия GNU GPL v3). Бессрочная лицензия.
9. Векторный графический редактор Inkscape (лицензия GNU GPL v3). Бессрочная лицензия.
10. Программный комплекс для верстки Scribus (лицензия GNU GPL v3). Бессрочная лицензия.

11. Graphisoft ArchiCAD номер лицензии SOXXH-HXXXN-6XXNJ-0MXXX
12. Учебная (бесплатная). Образовательная лицензия на период до 2021года включительно.
13. Adobe Photoshop номер лицензии License RU (65170869). Бессрочная лицензия.
14. Autodesk AutoCAD номер лицензии 5X6-30X999XX. Бессрочная образовательная (академическая) лицензия.
15. Autodesk 3DS Max номер лицензии 5X5-93X928XX. Бессрочная образовательная (академическая) лицензия.
16. Autodesk Revit номер лицензии 5X6-03X109XX. Бессрочная образовательная (академическая) лицензия.
17. Corel DRAW номер лицензии LCCDGSX6MLCRA. Бессрочная лицензия.
18. IBM SPSS Statistics Base, Custom Tables V22. Бессрочная лицензия.

Рабочие места для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с подключением к сети Интернет и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

2. Аудитория для самостоятельной работы студентов.

Специализированная мебель: столы ученические, стулья.

Технические средства обучения: ноутбуки в количестве 3 шт. с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета. (507 аудитория учебно-лабораторного корпуса).

3. Общеуниверситетский компьютерный центр обучения и тестирования:

Специализированная мебель: столы ученические, стулья.

Технические средства обучения: персональные компьютеры (24 компьютеризированных мест) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета. (210 аудитория учебно-лабораторного корпуса).

4. Читальный зал на 80 мест

Специализированная мебель: столы ученические, стулья.

Технические средства обучения: персональные компьютеры (8 компьютеризированных мест) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета. (102 «а» аудитория учебно-лабораторного корпуса).

5. Научный зал на 20 мест:

Специализированная мебель: столы ученические, стулья.

Технические средства обучения: персональные компьютеры (10 компьютеризированных мест) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета. (101 аудитория учебно-лабораторного корпуса).

10.3. Необходимый комплект лицензионного программного обеспечения

1. ABBY FineReader (лицензия №FCRP-1100-1002-3937), бессрочная.
2. Calculate Linux (внесён в ЕРПИ Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная.
3. GNU Image Manipulation Program (GIMP) (лицензия: №GNU GPLv3), бессрочная.
4. Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная.
5. Kaspersky Endpoint Security (лицензия №280E2102100934034202061), с 03.03.2021 по 04.03.2023 г.

6. Kaspersky Endpoint Security (OE26-190214-143423-910-82), с 14.02.2019 по 02.03.2021г.

7. Microsoft Office (лицензия №60127446), бессрочная.

8. Microsoft Windows (лицензия №60290784), бессрочная.

10.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Современные профессиональные базы данных

1. Федеральный портал «Российское образование»- <https://edu.ru/documents/>
2. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (Единая коллекция ЦОР) – <http://school-collection.edu.ru/>
3. Базы данных Scopus издательства Elsevir
<http://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>.

Информационные справочные системы

1. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования - <http://fgosvo.ru>.
2. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР) – <http://edu.ru>.
3. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (Единая коллекция ЦОР) – <http://school-collection.edu.ru>.
4. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (ИС «Единое окно») – <http://window.edu.ru>.
5. Информационная система «Информо».

11. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

В группах, в состав которых входят студенты с ОВЗ, в процессе проведения учебных занятий создается гибкая, вариативная организационно-методическая система обучения, адекватная образовательным потребностям данной категории обучающихся, которая позволяет не только обеспечить преемственность систем общего (инклюзивного) и высшего образования, но и будет способствовать формированию у них компетенций, предусмотренных ФГОС ВО, ускорит темпы профессионального становления, а также будет способствовать их социальной адаптации.

В процессе преподавания учебной дисциплины создается на каждом занятии толерантная социокультурная среда, необходимая для формирования у всех обучающихся гражданской, правовой и профессиональной позиции соучастия, готовности к полноценному общению, сотрудничеству, способности толерантно воспринимать социальные, личностные и культурные различия, в том числе и характерные для обучающихся с ОВЗ.

Посредством совместной, индивидуальной и групповой работы формируется у всех обучающихся активная жизненная позиция и развитие способности жить в мире разных людей и идей, а также обеспечивается соблюдение обучающимися их прав и свобод и признание права другого человека, в том числе и обучающихся с ОВЗ на такие же права.

В группах, в состав которых входят обучающиеся с ОВЗ, в процессе учебных занятий используются технологии, направленные на диагностику уровня и темпов профессионального становления обучающихся с ОВЗ, а также технологии мониторинга степени успешности формирования у них компетенций, предусмотренных ФГОС ВО при изучении данной учебной дисциплины, используя с этой целью специальные оценочные материалы и формы проведения промежуточной и итоговой аттестации, специальные технические средства, предоставляя обучающимся с ОВЗ дополнительное время для подготовки ответов, привлекая тьюторов).

Материально-техническая база для реализации программы:

1.Мультимедийные средства:

- интерактивные доски «Smart Board», «Toshiba»;
- экраны проекционные на штативе 280*120;
- мультимедиа-проекторы Epson, Benq, Mitsubishi, Aser;

2.Презентационное оборудование:

- радиосистемы AKG, Shure, Quik;
- видеоконфренсы Microsoft, Logitech;
- микрофоны беспроводные;
- класс компьютерный мультимедийный на 21 мест;
- ноутбуки Aser, Toshiba, Asus, HP;

Наличие компьютерной техники и специального программного обеспечения: имеются рабочие места, оборудованные рельефно-точечными клавиатурами (шрифт Брайля), программное обеспечение NVDA с функцией синтезатора речи, видеоувеличителем, клавиатурой для лиц с ДЦП, роллером. Распределение специализированного оборудования.

11. Лист регистрации изменений

Изменение	Дата и номер протокола ученого совета факультета/института, на котором были рассмотрены вопросы о необходимости внесения изменений	Дата и номер протокола ученого совета Университета, на котором были утверждены изменения	Дата введения изменений
<p>Обновлены договоры:</p> <p>1. На предоставление доступа к ЭБС «Университетская библиотека Онлайн» №086-03/17 от 09.03.2017 г. с 24.03.2017 г. по 23.03.2018 г.</p> <p>2. на антивирусное ПО Касперского. OE26-170203-103503-237-90 (с 02.03.2017-02.03.2019 г.)</p>	27.03.2017 г., протокол №7	Решение ученого совета КЧГУ от 29.03.2017 г., протокол № 8	29.03.2017 г.
<p>Обновлены договоры на предоставление доступа к ЭБС:</p> <p>- «Юрайт» №3325 от 23.03.2018 г. (с 24.03.2018 г. по 23.03.2019 г.);</p> <p>- «Знаниум» Договор № 3048 ЭБС от 23.03.2018 г. (с 24.03.2018 г. по 24.03.2019 г.)</p>	26.03.2018 г., протокол №7	Решение ученого совета КЧГУ от 28.03.2018 г., протокол №7	28.03.2018 г.
<p>Обновлены договоры:</p> <p>1. На предоставление доступа к ЭБС «Знаниум» №3686эбс от 20.03.2019 г. (с 24.03.2019 по 24.03.2020 г.);</p> <p>2. На антивирус Касперского OE26-190214—143423-910-82 (с 14.02.2019-02.03.2021)</p>	25.03.2019 г., протокол №7	Решение ученого совета КЧГУ от 27.03.2019 г., протокол № 8	27.03.2019 г.
<p>Обновлен Договор с электронно-библиотечной системой «Лань» № СЭБ НВ -294 от 01.12.2020 г. Бессрочный.</p>	01.12.2020 г., протокол №4	Решение Ученого совета от 03.12.2020 г., протокол № 2	03.12.2020 г.
<p>Обновлены договоры:</p> <p>- на использование лицензионного программного обеспечения: оказание услуг по продлению лицензий на антивирусное программное обеспечение. Kaspersky Endpoint Security (номер лицензии 280E-210210-093403-420-2061). 2021-2023 годы;</p> <p>- на предоставление доступа к ЭБС ООО «Знаниум». Договор № 5184 ЭБС от 25.03.2021 г. (с 30.03.2021 по 30.03.2022 г.).</p>	29.03.2021 г., протокол №7	Решение ученого совета КЧГУ от 31 марта 2021 г., протокол №6	31.03.2021 г.
<p>- на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе ООО «Знаниум». Договор № 179 ЭБС от 22.03.2021 г. (срок действия с 25.03.2022 г. по 25.03.2023 г.)</p>		30.03.2022г., протокол №10	30.03.2022 г.

Решение кафедры математического анализа:

Зарегистрированные изменения учтены при составлении РПД, протокол № 11 от 04.07.2022 г.