

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и
научной работе

Лейфа А.В. Лейфа

« 1 » сентября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
«ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ»

Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) образовательной программы – Прикладная математика и информатика

Квалификация выпускника – Бакалавр

Год набора – 2022

Форма обучения – Очная

Курс 3 Семестр 5,6

Экзамен 6 сем Зачет 5 сем

Общая трудоемкость дисциплины 252 (академ. час), 7.00 (з.е)

Составитель Л.И. Мороз, старший преподаватель, канд. физ.-мат. наук

Факультет математики и информатики

Кафедра математического анализа и моделирования

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 10.01.2018 № 9

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры математического анализа и моделирования

01.09.2022 г. , протокол № 1

Заведующий кафедрой Максимова Н.Н. Максимова

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

« 1 » сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

« 1 » сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Максимова Н.Н. Максимова

« 1 » сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

« 1 » сентября 2022 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

формирование у студентов системы знаний численных методов решения задач алгебры, математического анализа и дифференциальных уравнений, а также методологических подходов разработки и изучения основных вычислительных методов для решения задач исследовательского и прикладного характера.

Задачи дисциплины:

формирование у студентов навыков владения методами вычислительной математики: правилами приближенных вычислений, численными методами решения нелинейных уравнений и систем, систем линейных уравнений, методами теории интерполирования, численными методами для обработки экспериментальных данных, способами численного дифференцирования и интегрирования, численными методами решения задач Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений, численных методов решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений, численных методов решения уравнений с частными производными, численных методов решения интегральных уравнений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Численные методы» включена в обязательную часть учебного плана. Для освоения дисциплины студенты используют знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе обучения в вузе на предшествующих курсах. Этот курс тесно связан с основными математическими и информационными дисциплинами, изученными ранее: линейная алгебра, математический анализ, дифференциальные уравнения, языки и методы программирования. Освоение дисциплины «Численные методы» является необходимой составляющей для последующего изучения дисциплин как базовой, так и вариативной частей учебного плана (например, «Численные методы (специальные главы)», «Математическое и компьютерное моделирование», «Методы анализа и цифровая обработка изображений»), а также для прохождения преддипломной практики, написания выпускной квалификационной работы.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

3.1 Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ИДК-1ОПК-1 Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук ИДК-2ОПК-1 Умеет использовать в профессиональной деятельности знания, полученные в области математических и (или) естественных наук ИДК-3ОПК-1 Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических сведений

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7.00 зачетных единицы, 252 академических часов.

- 1 – № п/п
2 – Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация
3 – Семестр
4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)
4.1 – Л (Лекции)
4.2 – Лекции в виде практической подготовки
4.3 – ПЗ (Практические занятия)
4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки
4.5 – ЛР (Лабораторные работы)
4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки
4.7 – ИКР (Иная контактная работа)
4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)
4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)
5 – Контроль (в академических часах)
6 – Самостоятельная работа (в академических часах)
7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9			
1	Введение в предмет «Численные методы». Точность вычислительного эксперимента. Устойчивость, корректность, сходимость.	5	4				4						6	Устный опрос по теме практической работы «Правила приближенных вычислений», по теме лабораторной работы «Основные приемы работы в ППП Matlab»
2	Численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений	5	6				6						6	Устный опрос по теме практической и лабораторной работ «Численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений»
3	Численные методы линейной алгебры	5	6				6						6	Устный опрос по теме практической и лабораторной работ «Численные методы

														решения систем линейных уравнений»
4	Численное решение систем нелинейных уравнений	5	8				8						6	Устный опрос по теме практической и лабораторной работ «Численные методы решения систем нелинейных алгебраических уравнений»
5	Аппроксимация функций и обработка экспериментальных данных	5	6				6						6	Устный опрос по темам практической и лабораторной работ «Интерполирование функций», «Обработка экспериментальных данных»
6	Численное дифференцирование	5	4				4						5	Устный опрос по теме практической работы «Численное дифференцирование»
7	Зачет	5								0.2			4.8	
8	Численное интегрирование	6	6				6						6	Устный опрос по теме лабораторной работ «Численное интегрирование»
9	Приближенное решение начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений	6	6				6						6	Устный опрос по теме практической и лабораторной работ «Приближенное решение начальных

													задач для обыкновенны х дифференциа льных уравнений» Подготовка к тестированию .
10	Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциаль ных уравнений.	6	8				8					8	Устный опрос по теме лабораторной работы «Численные методы решения краевых задач для обыкновенны х дифференциа льных уравнений»
11	Метод конечных разностей для численного решения уравнений с частными производными.	6	8				8					8	Устный опрос по теме лабораторной работы «Численное решение уравнений с частными производным и»
12	Численное решение интегральных уравнений.	6	6				6					12	Устный опрос по теме лабораторной работы «Численное решение интегральных уравнений». Контрольное тестирование .
13	Экзамен	6									0.3	35.7	
	Итого		68.0		0.0		68.0	0.0	0.2	0.3	35.7	79.8	

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Лекции

№ п/ п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Введение в предмет «Численные методы». Точность вычислительного эксперимента.	Предмет вычислительной математики. Методы вычислительной математики. Численные методы как раздел вычислительной математики. Общие сведения о моделировании. Применение численных

	Устойчивость, корректность, сходимость.	методов в математическом моделировании. Правила приближенных вычислений и элементы теории погрешностей. Приближенные числа, абсолютные и относительные погрешности. Арифметические действия над приближенными числами. Виды и источники погрешностей. Устойчивость. Корректность. Сходимость.
2	Численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений	Метод половинного деления. Метод хорд. Сходимость итерационных последовательностей. Метод Ньютона. Модификации метода Ньютона. Метод простых итераций. Геометрическая интерпретация рассмотренных методов.
3	Численные методы линейной алгебры	Численное решение систем линейных алгебраических уравнений. Основные понятия. Прямые и итерационные методы. Метод Гаусса. Схема Гаусса с выбором главного элемента. Метод прогонки для решения систем линейных алгебраических уравнений. Применение метода Гаусса к вычислению определителей и к обращению матриц. Метод квадратных корней. Метод LU-разложения. Метод простой итерации. Метод Якоби и метод Зейделя. Теорема о достаточном условии сходимости.
4	Численное решение систем нелинейных уравнений	Метод Ньютона и его модификации. Метод простой итерации, метод покоординатных итераций. Метод Брауна. Метод градиентного спуска.
5	Аппроксимация функций и обработка экспериментальных данных	Постановка задачи аппроксимации функций. Виды аппроксимаций. Интерполирование функций. Постановка задачи интерполяции. Полиномиальная интерполяция. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционные формулы Ньютона для равноотстоящих узлов. Интерполяционные формулы Гаусса, Стирлинга, Бесселя. Интерполяционные сплайны. Подбор эмпирических формул. Метод наименьших квадратов.
6	Численное дифференцирование	Аппроксимация производных. Погрешности, возникающие при численном дифференцировании. Аппроксимация частных производных.
7	Численное интегрирование	Квадратурные формулы. Выбор шага интегрирования. Интегрирование с помощью степенных рядов. Интегралы от разрывных функций. Метод Гаусса. Интегралы с бесконечными пределами. Метод Монте-Карло.
8	Приближенное решение начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений	Основные понятия и методы решения. Задача Коши. Одношаговые методы. Метод последовательных приближений Пикара. Метод Эйлера. Модификации метода Эйлера. Методы Рунге-Кутты. Многошаговые методы. Методы Адамса.

9	Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.	Постановка задачи. Методы сведения краевых задач к задачам Коши. Метод конечных разностей. Метод коллокации. Метод Галеркина.
10	Метод конечных разностей для численного решения уравнений с частными производными.	Постановка задач математической физики. Классификация дифференциальных уравнений с частными производными. Начальные и краевые условия. Задача Коши. Смешанная задача. Основные определения, конечно-разностная аппроксимация производных в многомерном случае. Метод сеток для уравнений эллиптического типа. Решение задач для криволинейных областей. Метод сеток для уравнений параболического и гиперболического типов. Аппроксимация и порядок сходимости. Устойчивость. Сходимость и порядок сходимости. Консервативность и корректность.
11	Численное решение интегральных уравнений.	Основные виды линейных интегральных уравнений. Уравнения Вольтера и Фредгольма. Метод последовательных приближений. Метод конечных сумм.

5.2. Лабораторные занятия

Наименование темы	Содержание темы
Основные приемы работы в ППП Matlab	Освоение основных принципов работы с ППП: синтаксис языка, конституции программирования, m-файлы, графика Matlab.
Численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений	Реализация алгоритмов численных методов решения задач в ППП Matlab и использование встроенных функций пакета для решение этих же задач по вариантам в соответствии с темой каждого занятия.
Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений	Реализация алгоритмов численных методов решения задач в ППП Matlab и использование встроенных функций пакета для решение этих же задач по вариантам в соответствии с темой каждого занятия.
Численные методы решения систем нелинейных алгебраических уравнений	Реализация алгоритмов численных методов решения задач в ППП Matlab и использование встроенных функций пакета для решение этих же задач по вариантам в соответствии с темой каждого занятия.
Интерполирование функций	Реализация алгоритмов численных методов решения задач в ППП Matlab и использование встроенных функций пакета для решение этих же задач по вариантам в соответствии с темой каждого занятия.
Обработка экспериментальных данных	Реализация алгоритмов численных методов решения задач в ППП Matlab и использование встроенных функций пакета для решение этих же задач по вариантам в соответствии с темой каждого занятия.
Численное дифференцирование	Реализация алгоритмов численных методов решения задач в ППП Matlab и использование встроенных

	функций пакета для решение этих же задач по вариантам в соответствии с темой каждого занятия.
Численное интегрирование	Реализация алгоритмов численных методов решения задач в ППП Matlab и использование встроенных функций пакета для решение этих же задач по вариантам в соответствии с темой каждого занятия.
Приближенное решение начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений	Реализация алгоритмов численных методов решения задач в ППП Matlab и использование встроенных функций пакета для решение этих же задач по вариантам в соответствии с темой каждого занятия.
Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.	Реализация алгоритмов численных методов решения задач в ППП Matlab и использование встроенных функций пакета для решение этих же задач по вариантам в соответствии с темой каждого занятия.
Метод конечных разностей для численного решения уравнений с частными производными.	Реализация алгоритмов численных методов решения задач в ППП Matlab и использование встроенных функций пакета для решение этих же задач по вариантам в соответствии с темой каждого занятия.
Численное решение интегральных уравнений.	Реализация алгоритмов численных методов решения задач в ППП Matlab и использование встроенных функций пакета для решение этих же задач по вариантам в соответствии с темой каждого занятия.

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Введение в предмет «Численные методы». Точность вычислительного эксперимента. Устойчивость, корректность, сходимость.	Самостоятельная работа по теме занятия «Правила приближенных вычислений»	6
2	Численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений	Самостоятельная работа по теме занятия «Численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений»	6
3	Численные методы линейной алгебры	Самостоятельная работа по теме занятия «Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений»	6
4	Численное решение систем нелинейных уравнений	Самостоятельная работа по теме занятия «Численные методы решения систем нелинейных алгебраических уравнений»	6
5	Аппроксимация функций и обработка экспериментальных данных	Самостоятельная работа по теме занятия «Интерполирование функций»	6

6	Численное дифференцирование	Самостоятельная работа по теме занятия «Численное дифференцирование»	5
7	Зачет	Подготовка к зачету.	4.8
8	Численное интегрирование	Самостоятельная работа по теме занятия «Численное интегрирование»	6
9	Приближенное решение начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений	Самостоятельная работа по теме занятия «Приближенное решение начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений»	6
10	Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.	Самостоятельная работа по теме занятия «Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений»	8
11	Метод конечных разностей для численного решения уравнений с частными производными.	Самостоятельная работа по теме занятия «Метод конечных разностей для численного решения уравнений с частными производными».	8
12	Численное решение интегральных уравнений.	Самостоятельная работа по теме занятия «Численное решение интегральных уравнений». Подготовка к контрольному тестированию.	12

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 – «Прикладная математика и информатика» реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

При преподавании дисциплины «Численные методы» используются как традиционные (лекция, проблемная лекция, лекция-семинар), так и инновационные технологии (применение мультимедийного проектора, «мозговой штурм», «метод проектов», возможно использование ресурсов сети Internet и электронных учебников). Лекционные занятия проводятся с использованием традиционной, активной и интерактивной форм обучения. Лабораторные и практические занятия проводятся с использованием активных и интерактивных форм обучения.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а так же методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств по дисциплине «Численные методы».

Текущий контроль за аудиторной и самостоятельной работой обучаемых осуществляется во время проведения лекционных и лабораторных занятий посредством устного опроса по контрольным вопросам соответствующего раздела, а

также проверки отчетов по лабораторным работам. Контрольная точка осуществляется два раза в семестр в виде подведения итогов сдачи текущих практических и лабораторных работ.

В конце 5 семестра предусмотрен зачет, а в конце 6 – экзамен.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и для промежуточной аттестации: балльно-рейтинговая система оценки знаний учащихся.

Необходимым условием сдачи зачета является сдача всех лабораторных, тестирование и ответ на два теоретических вопроса.

Примерные вопросы к зачету:

1. Классификация погрешностей. Приближенные числа, их абсолютные и относительные погрешности. Верные знаки числа. Арифметические действия над приближенными числами.
2. Правила приближенных вычислений. Погрешности вычисления значений функции.
3. Устойчивость. Корректность. Сходимость итерационных последовательностей.
4. Численные методы решения нелинейных уравнений. Локализация корней. Методы дихотомии.
5. Численные методы решения нелинейных уравнений. Локализация корней. Метод Ньютона. Теорема об оценках погрешности метода Ньютона.
6. Численные методы решения нелинейных уравнений. Локализация корней. Модификации метода Ньютона.
7. Численные методы решения нелинейных уравнений. Локализация корней. Метод простой итерации.
8. Численное решение систем линейных алгебраических уравнений. Прямые методы. Метод Гаусса. Схема Гаусса с выбором главного элемента.
9. Метод прогонки. Контроль точности при реализации прямых методов решения систем линейных алгебраических уравнений.
10. Численное решение систем линейных алгебраических уравнений. Итерационные методы. Метод простой итерации. Метод Зейделя. Теорема об оценках погрешностей.
11. Численное решение систем линейных алгебраических уравнений. Итерационные методы. Метод Якоби и модификация. Теорема об оценках погрешностей.
12. Численные методы решения систем нелинейных уравнений. Метод простых итераций.
13. Численные методы решения систем нелинейных уравнений. Метод Ньютона и его модификации.
14. Численные методы решения систем нелинейных уравнений. Метод Брауна.
15. Численные методы решения систем нелинейных уравнений. Метод градиентного спуска.
16. Аппроксимация функций. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
17. Аппроксимация функций. Интерполирование функций. Полиномиальная интерполяция. Интерполяционные формулы Ньютона для равноотстоящих узлов.
18. Аппроксимация функций. Подбор эмпирических формул. Метод наименьших квадратов.
19. Аппроксимация функций. Кусочно-полиномиальная интерполяция.
20. Аппроксимация функций. Сплайн-интерполяция.
21. Численное дифференцирование. Аппроксимация производных. Использование интерполяционных формул.

Критерии оценки:

- отметка «зачтено» выставляется студенту, если он освоил современный математический аппарат численной математики, знает основные факты, базовые концепции, основные принципы теории численных методов, связанные с их

использованием, умеет решать задачи с применением математических пакетов прикладных программ, при этом студент набрал общее количество баллов по дисциплине за семестр более 60 баллов.

- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если не освоил материал, предусмотренный содержанием рабочей программы, не выполнил необходимый объем практикума и не сдал лабораторные работы, а также имеет рейтинг по дисциплине с общим количеством баллов за семестр – менее 60.

Примерные вопросы к экзамену:

1. Численное интегрирование. Квадратурные формулы. Выбор шага интегрирования.
2. Численное интегрирование. Квадратурные формулы Гаусса.
3. Численное интегрирование. Метод Монте-Карло.
4. Численные методы решения начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Постановка задачи. Классификация методов. Метод Пикара.
5. Численные методы решения начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера и его модификации.
6. Численные методы решения начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Семейство методов Рунге-Кутты.
7. Линейные многошаговые методы решения задач Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метода Адамса-Башфорта.
8. Линейные многошаговые методы решения задач Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы Адамса-Моултона.
9. Линейные многошаговые методы решения задач Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Предикт-корректорные схемы метода Адамса.
10. Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Постановка краевой задачи. Классификация методов.
11. Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод конечных разностей.
12. Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод коллокации.
13. Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Галеркина.
14. Численные методы решения краевых задач для дифференциальных уравнений с частными производными. Классификация. Начальные и краевые условия. Задача Коши. Смешанная задача. Конечно- разностные аппроксимации производных в многомерном случае.
15. Метод сеток для решения задач эллиптического типа.
16. Численные методы решения краевых задач для дифференциальных уравнений с частными производными. ЧМ решения задач параболического типа.
17. Численные методы решения краевых задач для дифференциальных уравнений с частными производными. ЧМ решения задач гиперболического типа.
18. Численные методы решения интегральных уравнений. Классификация интегральных уравнений.
19. Метод квадратур для решений интегральных уравнений Вольтерра и Фредгольма II рода.
20. Метод последовательных приближений для решений интегральных уравнений.

□ □ □ □ □ Критерии экзамена. Каждый пункт оценен определенным количеством баллов, до начала экзамена преподаватель озвучивает и отображает на доске шкалу перевода баллов в традиционную пятибалльную оценку. При изложении ответа на вопрос студент должен дать развернутый ответ на первый вопрос в билете и

понятийный – на второй. Студент должен продемонстрировать ориентацию в материале, глубину знаний, междисциплинарные связи, владение специальными знаниями согласно программному материалу.

Итоговая оценка выставляется студенту с учетом общего рейтинга по дисциплине и набранных за семестр баллов, включая баллы за тестирование.

Учебно- методическое обеспечение самостоятельной работы студентов: основная и дополнительная литература, официальные ресурсы сети Internet, установленное в вузе программное обеспечение.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если он на достаточно высоком уровне владеет теоретическим материалом – освоил современный математический аппарат численных методов решения задач алгебры и математического анализа, знает основные факты, концепции, принципы теории численных методов, связанные с их использованием для решения практически важных задач в науке и технике, способен продемонстрировать базовые знания всех изученных численных методов решения задач алгебры и математического анализа и навыки их компьютерной реализации, умеет осуществлять выбор и применять метод численного анализа для решения практических задач, осуществлять оценку точности метода, анализировать результаты решения задачи, а также по суммарному итогу оценки (1 семестр) набрал не менее 90 баллов.

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если он владеет современным математическим аппаратом на достаточном уровне, знает основные факты, концепции, принципы теории численных методов, связанные с их использованием, освоил значимые методы вычислительной математики, связанные с их использованием для решения практически важных задач в науке и технике, умеет решать задачи с применением современных пакетов прикладных программ, обладает навыком программной реализации алгоритмов численных методов, может проводить верификацию результатов, при этом студент набрал общее количество баллов по дисциплине от 75 до 89 баллов.

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он освоил основную часть современного математического аппарата численной математики, знает основные факты, базовые концепции, основные принципы теории численных методов, связанные с их использованием, умеет решать задачи с применением математических пакетов прикладных программ, при этом студент набрал общее количество баллов по дисциплине за семестр от 60 до 74 баллов.

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если не освоил материал, предусмотренный содержанием рабочей программы, не выполнил необходимый объем практикума и не сдал лабораторные работы, а также имеет рейтинг по дисциплине с общим количеством баллов за семестр – менее 60.

9. УЧЕБНО- МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) литература

1. Демидович, Б. П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения : учебное пособие / Б. П. Демидович, И. А. Марон, Э. З. Шувалова. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-0799-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210437> (дата обращения: 18.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей..

2. Численные методы : учебник и практикум для вузов / У. Г. Пирумов [и др.]; под редакцией У. Г. Пирумова. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 421 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03141-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/>

bcode/488879 (дата обращения: 18.03.2022).

3. Вержбицкий, В. М. Численные методы (линейная алгебра и нелинейные уравнения): учеб. пособие для вузов: рек. Мин. обр. РФ / В. М. Вержбицкий. - М. : Высш. шк., 2000. - 268 с.

4. Вержбицкий, В. М. Численные методы (математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения): учеб. пособие для вузов / В. М. Вержбицкий. - М. : Высш. шк., 2001. - 382с.

5. Киреев, В. И. Численные методы в примерах и задачах : учебное пособие / В. И. Киреев, А. В. Пантелеев. — 4-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1888-6. — Текст : электронный // Лань : электронно- библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212063> (дата обращения: 18.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Численные методы [Текст]: учеб. пособие: рек. НМС Мин. обр. РФ / В. Ф. Формалев, Д. Л. Ревизников ; под ред. А. И. Кибзуна. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Физматлит, 2006. - 399 с.

10. Численные методы: использование инструментальных средств и реализация алгоритмов на базе ППП MATLAB [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. Г. Масловская, 12 А. В. Павельчук ; АмГУ, ФМиИ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2016. - 212 с. http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7430.pdf

11. Основные принципы работы и конструирование интерфейса в MATLAB [Текст]: практикум / А. Г. Масловская, А. В. Рыженко ; АмГУ, ФМиИ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2008. - 103 с.

12. Численные методы: сб. учеб.- метод. материалов для направления подготовки 01.03.02 «Приклад. математика и информатика»/ АмГУ, ФМиИ; сост. А. Г. Масловская. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2017. - 18 с. Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7910.pdf

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	Операционная система MS Windows 7 Pro	DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 30 июня 2019 года.
2	MATLAB+SIMULINK	Academic classroom 25 по договору №2013.199430/949 от 20.11.2013.
3	Google Chrome	Бесплатное распространение по лицензии google chromium http://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html на условиях https://www.google.com/chrome/browser/privacy/eula_text.html .
4	LibreOffice	Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL https://ru.libreoffice.org/about-us/license/
5	http://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU- это крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 14 млн. научных статей и публикаций. На платформе eLIBRARY.RU доступны электронные версии более 2200 российских научно-технических журналов, в том числе более 1100 журналов в открытом доступе.
6	http://lanbook.com/	Ресурс, включающий в себя как электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам.

7	http://www.iprbookshop.ru	Электронно-библиотечная система IPRbooks – научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования.
8	http://exponenta.ru/	Имеются ресурсы: Internet- класс по Высшей Математике; работа с примерами, решенными в средах ППП; банк решенных студенческих задач; обсуждение на форуме.
9	http://www.mathnet.ru/	Общероссийский математический портал Math-Net.Ru – это современная информационная система, предоставляющая российским и зарубежным математикам различные возможности в поиске информации о математической жизни в России. Библиотека ряда рецензируемых периодических изданий по математическому и естественно-научному направлениям, гибкий интерфейс, удобная поисковая система, дополнительные ресурсы. Открыт свободный доступ к полным текстам статей журналов Академиздатцентра "Наука" РАН. Доступ предоставляется по прошествии трех лет с момента выхода соответствующего номера журнала.

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	https://www.runnet.ru	RUNNet (RussianUNiversityNetwork) – научно-образовательная телекоммуникационная сеть, обеспечивающими интеграцию с зарубежными научно-образовательными сетями (NationalResearchandEducationNetworks, NREN) и с Интернет.
2	https://scholar.google.ru/	GoogleScholar — поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин.
3	http://www.mathnet.ru/	Math-Net.Ru. Общероссийский математический портал. Современная информационная система, предоставляющая российским и зарубежным математикам различные возможности в поиске информации о математической жизни в России.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия по дисциплине проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам. Каждый

обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации. На занятиях применяется следующее техническое оборудование: ПЭВМ на базе процессора Intel Pentium, проектор. Лекции проводятся в стандартной аудитории, оснащенной в соответствии с требованиями преподавания теоретических дисциплин, включая мультимедиа-проектор. Лабораторные работы проводятся в компьютерном классе, в котором установлен и применяется пакет прикладных программ Matlab. Данное оборудование и программное обеспечение применяется при изучении дисциплины.