

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 2023 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 – 2023

Форма обучения – Очная

Курс     3     Семестр     5,6    

Экзамен 6 сем

Зачет 5 сем

Общая трудоемкость дисциплины 252.0 (академ. час), 7.00 (з.е)

Составитель А.Г. Масловская, профессор, д-р. 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 10.01.18 № 9

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры математического анализа и моделирования

01.09.2023 г. , протокол № 1

Заведующий кафедрой Максимова Н.Н. Максимова

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Максимова Н.Н. Максимова

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и  
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

« 1 » сентября 2023 г.

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

## Цель дисциплины:

Численные методы занимают важное место в системе прикладного математического образования. Цель освоения дисциплины состоит в формировании 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:

Задачи освоения дисциплины заключаются в формировании 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 ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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, практикум на ЭВМ. 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-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, 252.0 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 по теме практической работы. Тест входного контроля. Блиц-опрос по итогам лекции.
2	Численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений	5	6					6						6	Устный опрос по теме по теме практической работы. Блиц-опрос по итогам лекции.
3	Численные методы линейной алгебры	5	6					6						6	Устный опрос по теме по теме практической работы. Блиц-опрос по итогам лекции.
4	Численное решение систем нелинейных	5	4					4						6	Устный опрос по теме по теме



	решение интегральных уравнений												опрос по теме по теме практической работы. Блиц-опрос по итогам лекции. Контрольное тестирование.
12	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. Устойчивость, корректность, сходимость	Предмет вычислительной математики. Методы вычислительной математики. Численные методы как раздел вычислительной математики. Общие сведения о моделировании. Применение численных 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 методом наименьших квадратов	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 и интегрирование	Аппроксимация производных. Погрешности, возникающие при численном дифференцировании. Аппроксимация частных производных. Квадратурные формулы. Выбор шага интегрирования. Интегрирование с помощью степенных рядов. Интегралы от разрывных функций. Метод Гаусса. Интегралы с бесконечными пределами. Метод Монте-Карло.
7	Численные методы решения 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.
8	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.
9	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.
10	Численное решение интегральных уравнений	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.

		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	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 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 МНК	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 и 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	Реализация алгоритмов численных методов решения задач в ППП Matlab и использование встроенных функций пакета для решение этих же задач по



производными.	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 лабораторной работы. Подготовка к блиц-опросу. Тест входного контроля.	6
2	Численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений	Самостоятельная работа по теме лабораторной работы. Подготовка к блиц-опросу.	6
3	Численные методы линейной алгебры	Самостоятельная работа по теме лабораторной работы. Подготовка к блиц-опросу.	6
4	Численное решение систем нелинейных уравнений	Самостоятельная работа по теме лабораторной работы. Подготовка к блиц-опросу.	6
5	Аппроксимация функций и обработка экспериментальных данных методом наименьших квадратов	Самостоятельная работа по теме лабораторной работы. Подготовка к блиц-опросу.	6
6	Численное дифференцирование и интегрирование	Самостоятельная работа по теме лабораторной работы. Подготовка к блиц-опросу.	5
7	Зачет	Подготовка к тестированию.	4.8
8	Численные методы решения начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений	Самостоятельная работа по теме лабораторной работы. Подготовка к блиц-опросу.	10
9	Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений	Самостоятельная работа по теме лабораторной работы. Подготовка к блиц-опросу.	10

10	Метод конечных разностей для численного решения уравнений частными производными	Самостоятельная работа по теме лабораторной работы. Подготовка к блиц-опросу.	10
11	Численное решение интегральных уравнений	Самостоятельная работа по теме лабораторной работы. Подготовка к блиц-опросу. Подготовка к итоговому тестированию.	10

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 – «Прикладная математика и информатика» реализация компетентного 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. Промежуточный контроль осуществляется после успешного прохождения студентами текущего контроля в виде итогового тестирования и экзамена. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и для промежуточной аттестации: балльно-рейтинговая система оценки знаний учащихся.

Зачет сдается в конце 5 учебного семестра. Форма сдачи зачета - гибридная: при необходимом количестве набранных баллов и положительном результате тестирования студент получает зачет по балльно-рейтинговой системе. Если количества набранных баллов не достаточно, преподаватель проводит устный опрос по основным вопросам программы (вопросы 1-30). Кроме того, требует ликвидация академической задолженности по всем лабораторным работам.

Экзамен сдается в конце 6 учебного семестра. Форма сдачи экзамена – письменная. Необходимым условием допуска на экзамен является сдача всех лабораторных и практических работ. Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса и три блиц-задачи различной степени сложности. Экзамен проходит в письменной форме с последующей индивидуальной беседой преподавателя с экзаменуемым. На

письменную работу над билетом отводится 2 акад. часа.

Критерии оценки 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.

Примерные вопросы (1-30 - вопросы к зачету, полный перечень - вопросы к экзамену):

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.

22. Численное интегрирование. Квадратурные формулы. Выбор шага интегрирования.
23. Численное интегрирование. Квадратурные формулы Гаусса.
24. Численное интегрирование. Метод Монте-Карло.
25. Численные методы решения начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Постановка задачи. Классификация методов. Метод Пикара.
26. Численные методы решения начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера и его модификации.
27. Численные методы решения начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Семейство методов Рунге-Кутты.
28. Линейные многошаговые методы решения задач Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метода Адамса-Башфорта.
29. Линейные многошаговые методы решения задач Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы Адамса-Моултона.
30. Линейные многошаговые методы решения задач Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Предикт-корректорные схемы метода Адамса.
31. Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Постановка краевой задачи. Классификация методов.
32. Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод конечных разностей.
33. Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод коллокации.
34. Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Галеркина.
35. 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.
36. Метод сеток для решения задач эллиптического типа.
37. Численные методы решения краевых задач для дифференциальных уравнений с частными производными. ЧМ решения задач параболического типа.
38. Численные методы решения краевых задач для дифференциальных уравнений с частными производными. ЧМ решения задач гиперболического типа.
39. Численные методы решения интегральных уравнений. Классификация интегральных уравнений.
40. Метод квадратур для решений интегральных уравнений Вольтерра и Фредгольма II рода.
41. Метод последовательных приближений для решений интегральных уравнений.

#### Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если он в 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, 2021. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-0799-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167810> (дата обращения: 16.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2 Лесин, В. В. Основы методов оптимизации : учебное пособие / В. В. Лесин, Ю. П. Лисовец. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 344 с. — ISBN 978-5-8114-1217-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168975> (дата обращения: 16.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3 Волков, Е. А. Численные методы : учебное пособие для вузов / Е. А. Волков. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 252 с. — ISBN 978-5-8114-7899-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167179> (дата обращения: 16.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4 Колбин, В. В. Специальные методы оптимизации : учебное пособие / В. В. Колбин. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1536-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168614> (дата обращения: 16.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5 Кондаков Н.С. Основы численных методов [Электронный ресурс]: практикум/ Кондаков Н.С. – Электрон. текстовые данные. – М.: Московский гуманитарный университет, 2014. – 92 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/39690>. – ЭБС «IPRbooks»

6 Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах : учебное пособие / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. — 4-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-1887-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168850> (дата обращения: 16.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7 Срочко, В. А. Численные методы. Курс лекций : учебное пособие / В. А. Срочко. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-1014-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://>

e.lanbook.com/ book/167781 (дата обращения: 16.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей. .

8 Численные методы: использование инструментальных средств к реализации алгоритмов на базе ППП MATLAB [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. Г. Масловская, А. В. Павельчук ; АмГУ, ФМиИ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2016. - 212 с. [http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/7430.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7430.pdf)

9 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.

10 . Детерминированные математические модели. Учебно-методическое пособие // А. Г. Масловская АмГУ, ФМиИ. – Благовещенск: Издательство Амурского государственного университета, 2020. - 55 с. [http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/11487.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/11487.pdf)

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	MATLAB+SIMULINK	Academic classroom 25 по договору №2013.199430/949 от 20.11.2013.
2	<a href="http://exponenta.ru/">http://exponenta.ru/</a>	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.
3	<a href="http://exponenta.ru/">http://exponenta.ru/</a>	Имеются ресурсы: Internet- класс по Высшей Математике; работа с примерами, решенными в средах ППП; банк решенных студенческих задач; обсуждение на форуме.
4	<a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a>	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.

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	<a href="http://www.ict.edu.ru/about">http://www.ict.edu.ru/about</a>	Информационно-коммуникационные технологии в образовании – федеральный образовательный портал, обеспечивающий информационную поддержку образования в области современных информационных и телекоммуникационных технологий, а также деятельности по применению ИКТ в сфере образования.
2	<a href="http://www.informika.ru">http://www.informika.ru</a>	Сайт «Информика». Обеспечивает информационную

		поддержку всестороннего развития и продвижения новых информационных технологий в сферах образования и науки России.
3	<a href="http://www.mathnet.ru/">http://www.mathnet.ru/</a>	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, рассчитанном на 10 посадочных рабочих мест пользователей, в котором установлен и применяется пакет прикладных программ Matlab. Данное оборудование и программное обеспечение применяется при изучении дисциплины.