

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 И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»**

Направление подготовки 03.03.02 Физика

Направленность (профиль) образовательной программы –

Квалификация выпускника – Бакалавр

Год набора – 2023

Форма обучения – Очная

Курс     4     Семестр     7    

Зачет 7 сем

Общая трудоемкость дисциплины 108.0 (академ. час), 3.00 (з.е)

Составитель С.К. Саруханян, ассистент,

Факультет математики и информатики

Кафедра математического анализа и моделирования

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.20 № 891

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

Стукова Е.В. Стукова

« 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:

Формирование у студентов системы знаний численных методов решения задач алгебры, математического анализа и дифференциальных уравнений, а также освоение методов построения, классификации и анализа математических моделей.

### Задачи дисциплины:

- владение численными методами построения, решения и исследования различных задач,
- владение способами разработки и выбора оптимального алгоритма решения конкретных задач, методами обработки и анализа полученных результатов, подходами к корректировке способа решения при наличии особенностей задачи,
- владение методами анализа вопроса устойчивости и сходимости решения, методами оценки границ применимости построенной математической модели.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Численные методы и математическое моделирование» относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Этот курс тесно связан с основными математическими и информационными дисциплинами, изученными ранее: аналитическая геометрия и линейная алгебра, математический анализ, дифференциальные и интегральные уравнения, вариационное исчисление, программирование. Знания, приобретенные в результате освоения дисциплины «Численные методы и математическое моделирование», будут востребованы при написании выпускной квалификационной работы бакалавра (в части применения методологии математического моделирования, а также способов математической обработки и анализа экспериментальных данных).

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

### 3.1 Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
ОПК-2 Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.	ИД-1 <sub>ОПК-2</sub> Знает основные научные методы теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов и явлений; ИД-2 <sub>ОПК-2</sub> Умеет использовать физико-математический аппарат для разработки математических моделей явлений, процессов и объектов при решении задач профессиональной деятельности; ИД-3 <sub>ОПК-2</sub> Имеет навыки проведения экспериментов по заданной методике и анализа их результатов.

## 4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.00 зачетных единицы, 108.0 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 вычислительно го эксперимента. Устойчивость, корректность, сходимость.	7	2		4								1	Устный опрос по теме по теме практической работы. Блиц-опрос по итогам лекции.
2	Численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений	7	2		6								1	Устный опрос по теме по теме практической работы. Блиц-опрос по итогам лекции.
3	Численные методы линейной алгебры	7	4		6								2	Устный опрос по теме по теме практической работы. Блиц-опрос по итогам лекции.
4	Численное решение систем нелинейных уравнений	7	4		6								2	Устный опрос по теме по теме практической работы. Блиц-опрос по итогам лекции.
5	Аппроксимация функций и обработка	7	4		6								2	Устный опрос по теме по теме

	экспериментальных данных														практической работы. Блиц-опрос по итогам лекции.
6	Численное дифференцирование	7	4		4									2	Устный опрос по теме по теме практической работы. Блиц-опрос по итогам лекции.
7	Численное интегрирование	7	4		4									2	Устный опрос по теме по теме практической работы. Блиц-опрос по итогам лекции.
8	Приближенное решение начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений	7	4		4									2	Устный опрос по теме по теме практической работы. Блиц-опрос по итогам лекции.
9	Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.	7	2		4									2	Устный опрос по теме по теме практической работы. Блиц-опрос по итогам лекции.
10	Метод конечных разностей для численного решения уравнений с частными производными.	7	2		4									2	Устный опрос по теме по теме практической работы. Блиц-опрос по итогам лекции.
11	Численное решение интегральных уравнений.	7	2		4									1	Устный опрос по теме по теме практической работы. Блиц-опрос по итогам лекции.
12	Зачет	7								0.2				2.8	Подготовка к зачету
	Итого			34.0	52.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0				21.8	

## 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. Предмет теории оптимизации. Применение численных методов решения задач алгебры, анализа и оптимизации 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. Погрешность машинной арифметики. Устойчивость. Корректность. Сходимость.
2	Численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений	Метод половинного деления. Метод хорд. Сходимость итерационных последовательностей. Метод Ньютона. Модификации метода Ньютона. Метод простой итерации. Геометрическая интерпретация рассмотренных методов.
3	Численные методы линейной алгебры	Численное решение систем линейных алгебраических уравнений. Основные понятия. Прямые и итерационные методы. Метод Гаусса. Метод квадратных корней. Метод прогонки для решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод простой итерации. Метод Зейделя. Теорема о достаточном условии сходимости.
4	Численное решение систем нелинейных уравнений	Постановка задачи аппроксимации функций. Виды аппроксимаций. Интерполирование функций. Постановка задачи интерполяции. Полиномиальная интерполяция. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционные формулы Ньютона для равноотстоящих узлов. Интерполяционные сплайны. Метод наименьших квадратов.
5	Аппроксимация функций и обработка экспериментальных данных	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.
6	Численное дифференцирование	Основные понятия и методы решения. Задача Коши. Одношаговые методы. Метод последовательных приближений Пикара. Метод Эйлера. Методы Рунге-Кутты.
7	Численное интегрирование	Метод конечных разностей для линейных и нелинейных дифференциальных уравнений второго порядка. МКР.

8	Приближенное решение начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений	Минимум функции одной переменной. Постановка задачи и стратегии описки. Метод золотого сечения. Минимум функции многих переменных. Необходимые и достаточные условия минимума дифференцируемой функции многих переменных. Выпуклые функции. Методы безусловной минимизации, использующие производные функции (метод градиентного спуска, метод наискорейшего спуска).
9	Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.	Постановка и классификация задач математического программирования. Решение задач линейного программирования: постановка задачи, графический метод, симплекс-метод, симплексные таблицы.
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. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
Введение в предмет. Точность вычислительного эксперимента.	Выполнение практических работ предполагает реализацию численных методов для прикладных задач по индивидуальным вариантам. Студенты должны продемонстрировать умение решать задачи, как с использованием возможностей ППП Matlab, так и реализуя алгоритмы изученных методов. Выполнение расчетной работы (5 заданий на оценку погрешностей, индивидуальные варианты).
Численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений.	Выполнение практических работ предполагает реализацию численных методов для прикладных задач по индивидуальным вариантам. Студенты должны продемонстрировать умение решать задачи, как с использованием возможностей ППП Matlab, так и реализуя алгоритмы изученных методов. Выполнение практической работы. Реализация: локализации корней, метод половинного деления, метод Ньютона, МПИ. Оценка погрешностей. Проверка с использованием встроенных функций

	ППП Matlab.
Численные методы линейной алгебры.	Выполнение практических работ предполагает реализацию численных методов для прикладных задач по индивидуальным вариантам. Студенты должны продемонстрировать умение решать задачи, как с использованием возможностей ППП Matlab, так и реализуя алгоритмы изученных методов. Выполнение практической работы. Реализация: метод прогонки и МПИ. Оценка погрешностей. Проверка с использованием встроенных функций ППП Matlab.
Аппроксимация функций и обработка экспериментальных данных методом наименьших квадратов.	Выполнение практических работ предполагает реализацию численных методов для прикладных задач по индивидуальным вариантам. Студенты должны продемонстрировать умение решать задачи, как с использованием возможностей ППП Matlab, так и реализуя алгоритмы изученных методов. Выполнение практической работы. Реализация: построение ИП Лагранжа, ИП Ньютона, сплайна, применение МНК. Оценка погрешностей. Проверка с использованием встроенных функций ППП Matlab.
Численное дифференцирование и интегрирование	Выполнение практических работ предполагает реализацию численных методов для прикладных задач по индивидуальным вариантам. Студенты должны продемонстрировать умение решать задачи, как с использованием возможностей ППП Matlab, так и реализуя алгоритмы изученных методов. Выполнение практической работы. Реализация: КР формулы дифференцирования, квадратурные формулы численного интегрирования, метод МонтеКарло. Оценка погрешностей. Проверка с использованием встроенных функций ППП Matlab.
Численные методы решения начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.	Выполнение практических работ предполагает реализацию численных методов для прикладных задач по индивидуальным вариантам. Студенты должны продемонстрировать умение решать задачи, как с использованием возможностей ППП Matlab, так и реализуя алгоритмы изученных методов. Выполнение практической работы. Реализация: метод Пикара, метод Эйлера, метод Рунге- Кутты 4 порядка. Оценка погрешностей. Проверка с использованием встроенных функций ППП Matlab.
Численные методы решения начальных и краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.	Выполнение практических работ предполагает реализацию численных методов для прикладных задач по индивидуальным вариантам. Студенты должны продемонстрировать умение решать задачи, как с использованием возможностей ППП Matlab, так и реализуя алгоритмы изученных методов. Выполнение практической работы. Реализация: МКР. Оценка погрешностей. Проверка с использованием встроенных функций ППП Matlab.
Численные методы решения	Выполнение практических работ предполагает



задач одномерной оптимизации Методы безусловной минимизации функций многих переменных.	реализацию численных методов для прикладных задач по индивидуальным вариантам. Студенты должны продемонстрировать умение решать задачи, как с использованием возможностей ППП Matlab, так и реализуя алгоритмы изученных методов. Выполнение практической работы. Реализация: метод золотого сечения, метод градиентного спуска. Оценка погрешностей. Проверка с использованием встроенных функций ППП Matlab.
Решение задач линейного программирования.	Выполнение практических работ предполагает реализацию численных методов для прикладных задач по индивидуальным вариантам. Студенты должны продемонстрировать умение решать задачи, как с использованием возможностей ППП Matlab, так и реализуя алгоритмы изученных методов. Выполнение практической работы. Реализация: симплекс-метод, геометрический метод. Проверка с использованием встроенных функций ППП Matlab.
Численные методы решения уравнений с частными производными с использованием конечно-разностной схемы.	Выполнение практических работ предполагает реализацию численных методов для прикладных задач по индивидуальным вариантам. Студенты должны продемонстрировать умение решать задачи, как с использованием возможностей ППП Matlab, так и реализуя алгоритмы изученных методов. Выполнение практической работы. Реализация: симплекс-метод, геометрический метод. Проверка с использованием встроенных функций ППП Matlab.
Численные методы решения интегральных уравнений.	Выполнение практических работ предполагает реализацию численных методов для прикладных задач по индивидуальным вариантам. Студенты должны продемонстрировать умение решать задачи, как с использованием возможностей ППП Matlab, так и реализуя алгоритмы изученных методов. Выполнение практической работы. Реализация: симплекс-метод, геометрический метод. Проверка с использованием встроенных функций ППП Matlab.

## 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 практической работы. Подготовка к тестированию.	1
2	Численные методы решения нелинейных	Самостоятельная работа по теме практической работы. Подготовка к	1

	алгебраических уравнений	тестированию.	
3	Численные методы линейной алгебры	Самостоятельная работа по теме практической работы. Подготовка к тестированию.	2
4	Численное решение систем нелинейных уравнений	Самостоятельная работа по теме практической работы. Подготовка к тестированию.	2
5	Аппроксимация функций и обработка экспериментальных данных	Самостоятельная работа по теме практической работы. Подготовка к тестированию.	2
6	Численное дифференцирование	Самостоятельная работа по теме практической работы. Подготовка к тестированию.	2
7	Численное интегрирование	Самостоятельная работа по теме практической работы. Подготовка к тестированию.	2
8	Приближенное решение начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений	Самостоятельная работа по теме практической работы. Подготовка к тестированию.	2
9	Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.	Самостоятельная работа по теме практической работы. Подготовка к тестированию.	2
10	Метод конечных разностей для численного решения уравнений с частными производными.	Самостоятельная работа по теме практической работы. Подготовка к тестированию.	2
11	Численное решение интегральных уравнений.	Самостоятельная работа по теме практической работы. Подготовка к тестированию.	1
12	Зачет	Самостоятельная работа по теме практической работы. Подготовка к тестированию.	2.8

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 – «Физика» 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 и математическое моделирование» 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. Практические занятия проводятся с использованием активных и интерактивных форм обучения: Численное решение систем нелинейных уравнений. (Проблемная лекция), (Метод группового решения задач) Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. (Проблемная лекция), (Метод группового решения задач)

## **8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

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.
6. Численные методы решения нелинейных уравнений. Локализация корней. Метод простой итерации.
7. Численное решение систем линейных алгебраических уравнений. Прямые методы. Метод Гаусса.
8. Метод прогонки. Контроль точности при реализации прямых методов решения СЛАУ.
9. Численное решение систем линейных алгебраических уравнений. Итерационные методы. Метод простой итерации. Метод Зейделя. Теорема об оценках погрешностей.
10. Аппроксимация функций. Интерполирование функций. Полиномиальная интерполяция. Интерполяционные формулы Ньютона для равноотстоящих узлов.
11. Аппроксимация функций. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
12. Аппроксимация функций. Метод наименьших квадратов.
13. Численные методы решения начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Постановка задачи. Классификация методов. Метод Пикара.
14. Численные методы решения начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера и его модификации.
15. Численные методы решения начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Семейство методов Рунге-Кутты.
16. Приближенные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Постановка краевой задачи. Классификация методов.
17. Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод конечных разностей.
18. Минимум функции одной переменной. Постановка задачи и стратегии поиска. Метод золотого сечения.
19. Минимум функции многих переменных. Необходимые и достаточные условия минимума дифференцируемой функции многих переменных. Метод градиентного спуска, метод наискорейшего спуска.
20. Постановка и классификация задач математического программирования. Решение задач линейного программирования: постановка задачи, графический метод, симплекс-метод, симплексные таблицы.
21. Решение задач линейного программирования: симплекс-метод, симплексные таблицы.

## **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: 21.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Поршнев, С. В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB : учебное пособие / С. В. Поршнев. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 736 с. — ISBN 978-5-8114-1063-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210530> (дата обращения: 21.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
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: 21.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Срочко, В. А. Численные методы. Курс лекций : учебное пособие / В. А. Срочко. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-1014-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210359> (дата обращения: 21.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Формалев, В. Ф. 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. : рис. - Библиогр.: с. 391. - ISBN 5-9221-0737-2 (в пер.)
8. Численные методы: использование инструментальных средств и реализация 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)
8. Масловская, А. Г. 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. : рис. - Библиогр. : с. 10
9. Численные методы и математическое моделирование: сб. учеб.-метод. материалов для направления подготовки 03.03.02 «Физика»/ АмГУ, ФМиИ; сост. А. Г. Масловская. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2017. - 17 с. Режим доступа: [http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/7914.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7914.pdf)

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	<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.
2	<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.
3	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>	Электронно- библиотечная система IPRbooks – научнообразовательный 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/">http://www.ict.edu.ru/</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 информационнообразовательной 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. Практические занятия 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.