

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 И МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ»

Специальность 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

Специализация образовательной программы – Эксплуатация стартовых и технических комплексов и систем жизнеобеспечения

Квалификация выпускника – Инженер

Год набора – 2022

Форма обучения – Очная

Курс 2 Семестр 4

Зачет с оценкой 4 сем

Общая трудоемкость дисциплины 72.0 (академ. час), 2.00 (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 специальности 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 12.08.20 № 964

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

Выпускающая кафедра

Соловьев В.В. Соловьев

« 1 » сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

« 1 » сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и  
технического обеспечения

Годосейчук А.А. Годосейчук

« 1 » сентября 2022 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель дисциплины:

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

### Задачи дисциплины:

закljučаются 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, численными методами решения задач Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений, сеточными методами решения обыкновенных дифференциальных уравнений в постановке краевых задач, численными методами решения уравнений с частными производными; - численными методами решения задач одномерной оптимизации, методами многомерной оптимизации и методами решения задач линейного программирования.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Численные методы и методы оптимизации» 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 и методы оптимизации» является необходимой составляющей для последующего изучения дисциплин как базовой, так и вариативной частей учебного плана, 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

| Код и наименование общепрофессиональной компетенции   | Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции   |
|---|---|
| ОПК-5. Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач; | ИД - 1ОПК-5 Знать: физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач<br>ИД - 2 оПК-5 Уметь: - разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач |

## 4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2.00 зачетных единицы, 72.0 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. | 4 | 2   |     | 2   |     |     |     |     |     |     |   | 2 | 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  | 4 | 2   |     | 2   |     |     |     |     |     |     |   | 2 | Устный опрос по теме практической работы «Численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений»                                       |
| 3 | Численные методы линейной алгебры   | 4 | 2   |     | 2   |     |     |     |     |     |     |   | 2 | Устный опрос по теме практической работы «Численные методы решения систем линейных уравнений»   |
| 4 | Аппроксимация функций и обработка   | 4 | 4   |     | 4   |     |     |     |     |     |     |   | 4 | Устный опрос по темам   |



|  |       |  |      |      |     |     |     |     |     |      |  |                               |
|--|-------|--|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|--|-------------------------------|
|  |       |  |      |      |     |     |     |     |     |      |  | я и<br>практическая<br>части) |
|  | Итого |  | 18.0 | 16.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 37.8 |  |                               |

## 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     | 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.   |
| 5     | Численное дифференцирование и интегрирование  | Аппроксимация производных. Погрешности, возникающие при численном дифференцировании. Квадратурные формулы. Выбор шага интегрирования.  |
| 6     | Численные методы  | Основные понятия и методы решения. Задача  |

|   |   |  |
|---|---|--|
|   | решения начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений | Коши. Одношаговые методы. Метод последовательных приближений Пикара. Метод Эйлера. Модификации метода Эйлера. Методы Рунге- Кутта. Многошаговые методы. Методы Адамса. |
| 7 | Численные методы решения задач одномерной оптимизации               | Минимум функции одной переменной. Постановка задачи и стратегии поиска. Метод золотого сечения.  |

## 5.2. Практические занятия

| Наименование темы   | Содержание темы  |
|---|--|
| Введение в предмет «Численные методы». Точность вычислительного эксперимента. Устойчивость, корректность, сходимость. | 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. |
| 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. |
| 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. |
| Аппроксимация функций и обработка экспериментальных данных  | 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. |
| 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. |
| 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. |
| 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.

## 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»  | 2                                  |
| 2     | Численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений  | Самостоятельная работа по теме занятия «Численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений»                       | 2                                  |
| 3     | Численные методы линейной алгебры   | Самостоятельная работа по теме занятия «Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений»                  | 2                                  |
| 4     | Аппроксимация функций и обработка экспериментальных данных  | Самостоятельная работа по теме занятия «Интерполирование функций»   | 4                                  |
| 5     | Численное дифференцирование и интегрирование  | Самостоятельная работа по теме занятия «Численное дифференцирование»  | 2                                  |
| 6     | Численные методы решения начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений                                  | Самостоятельная работа по теме занятия «Приближенное решение начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений»   | 4                                  |
| 7     | Численные методы решения задач одномерной оптимизации   | Самостоятельная работа по теме занятия «Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений» | 4                                  |
| 8     | Решение задач линейного программирования  | Самостоятельная работа по теме занятия «Метод конечных разностей для численного решения уравнений с частными производными». | 17.8                               |

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 – «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» 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 и методы оптимизации» 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.

## **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 практических занятий посредством устного опроса по контрольным вопросам соответствующего раздела, а также проверки отчетов по практическим работам. Контрольная точка осуществляется два раза в семестр в виде подведения итогов сдачи текущих практических работ.

В конце 4 семестра предусмотрен зачет.

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

Необходимым условием сдачи зачета является сдача всех практических работ, 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.
6. Численные методы решения нелинейных уравнений. Локализация корней. Метод простой итерации.
7. Численное решение систем линейных алгебраических уравнений. Прямые методы. Метод Гаусса. Схема Гаусса с выбором главного элемента.
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 У. Метод Эйлера и его модификации.
15. Численные методы решения начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Семейство методов Рунге-Кутты.
16. Линейные многошаговые методы решения задач Коши для обыкновенных

дифференциальных уравнений. Метода Адамса- Башфорта. Методы Адамса-Моултона. Предикт-корректорные схемы метода Адамса.

17. Приближенные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Постановка краевой задачи. Классификация методов.

18. Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод конечных разностей.

19. Приближенные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод коллокации.

20. Приближенные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Галеркина.

21. Приближенные методы решения краевых задач для дифференциальных уравнений с частными производными. Классификация. Начальные и краевые условия. Задача Коши. Смешанная задача.

22. Численные методы решения краевых задач для дифференциальных уравнений с частными производными. Конечно-разностные аппроксимации производных. Метод сеток для решения задач эллиптического типа.

23. Численные методы решения краевых задач для дифференциальных уравнений с частными производными. Классификация. Начальные и краевые условия. Задача Коши. ЧМ решения задач параболического типа.

24. Численные методы решения краевых задач для дифференциальных уравнений с частными производными. Классификация. Начальные и краевые условия. Задача Коши. ЧМ решения задач гиперболического типа.

25. Минимум функции одной переменной. Постановка задачи и стратегии поиска. Метод золотого сечения.

26. Минимум функции многих переменных. Необходимые и достаточные условия минимума дифференцируемой функции многих переменных. Метод градиентного спуска, метод наискорейшего спуска.

27. Постановка и классификация задач математического программирования. Решение задач линейного программирования: постановка задачи, графический метод, симплекс-метод, симплексные таблицы.

28. 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, 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 | 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 <a href="http://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html">http://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html</a> на условиях <a href="https://www.google.com/chrome/browser/privacy/eula_text.html">https://www.google.com/chrome/browser/privacy/eula_text.html</a> .  |
| 4 | LibreOffice   | Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL <a href="https://ru.libreoffice.org/about-us/license/">https://ru.libreoffice.org/about-us/license/</a>   |
| 5 | <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.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. |
| 6 | <a href="http://lanbook.com/">http://lanbook.com/</a> | 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 | <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.  |
| 8 | <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.   |
| 9 | <a href="http://www.mathnet.ru/">http://www.mathnet.ru/</a>       | 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 | <a href="https://www.runnet.ru">https://www.runnet.ru</a>           | RUNNet (RussianUNiversityNetwork) – научно-образовательная телекоммуникационная сеть, обеспечивающими интеграцию с зарубежными научно-образовательными сетями (NationalResearchandEducationNetworks, NREN) и с Интернет. |
| 2 | <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a> | GoogleScholar — поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин.  |
| 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. 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.