

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
«ОБЫКНОВЕННЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ»

Направление подготовки 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика

Направленность (профиль) образовательной программы – Ракетно-космическая техника

Квалификация выпускника – Бакалавр

Год набора – 2022

Форма обучения – Очная

Курс 2 Семестр 3

Зачет 3 сем

Общая трудоемкость дисциплины 108 (академ. час), 3.00 (з.е)

Составитель Т.В. Труфанова, доцент, канд. техн. наук

Факультет математики и информатики

Кафедра математического анализа и моделирования

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 05.02.18 № 71

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

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

« 1 » сентября 2022 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

- формирование математической культуры и фундаментальная подготовка студентов в области дифференциальных уравнений

Задачи дисциплины:

- показать, что такое обыкновенные дифференциальные уравнения, где и как они возникают, какие физические явления могут быть описаны с помощью обыкновенных дифференциальных уравнений;
- научить студентов решать дифференциальные уравнения различных порядков и систем дифференциальных уравнений;
- изучить вопрос о влиянии применения начальных данных на решение систем дифференциальных уравнений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Обыкновенные дифференциальные уравнения» является дисциплиной обязательной части.

Изучение дисциплины основывается на знаниях математического анализа, алгебры, геометрии, физики.

Знания и навыки, приобретенные в ходе изучения дисциплины «Обыкновенные дифференциальные уравнения» используются для освоения дисциплин: «Физика», «Теоретическая механика», «Термодинамика и теплопередача», «Численные методы и методы оптимизации» и профессиональных дисциплин.

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

3.1 Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименования общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ИД – 1 ОПК-1 Знать: - теорию и основные законы в области естественнонаучных и инженерных дисциплин. ИД – 2 ОПК-1 Уметь: - применять методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности; - применять методы теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.00 зачетных единицы, 108 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	Дифференциальные уравнения первого порядка	3	14		14								16	Домашние задания, устный опрос, Индивидуальное задание №1
2	Дифференциальные уравнения n-го по-рядка	3	12		12								13	Домашние задания, устный опрос, Индивидуальное задание №2
3	Системы дифференциальных уравнений	3	8		8								10.8	Домашние задания, устный опрос, Индивидуальное задание №3
4	Зачет	3								0.2				зачет
	Итого		34.0		34.0		0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	39.8		

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Дифференциальные уравнения первого порядка 1.1 Дифференциальные уравнения 1-го порядка разрешенные относительно производной. 1.2. Уравнения, с разделяющимися переменными. 1.3. Линейные уравнения первого порядка 1.4. Уравнения в полных дифференциалах 1.5. Метод Эйлера приближенного интегрирования Д.У.	1.1 Дифференциальные уравнения 1-го порядка разрешенные относительно производной. Основные положения теории дифференциальных уравнений, разрешенных относительно производной. Задача Коши, поле направлений, изоклины, интегральные кривые. 1.2 Уравнения, с разделяющимися переменными. Уравнения, приводящиеся, к уравнениям с разделяющимися переменными. 1.3. Линейные уравнения первого порядка. Уравнения Бернулли, Риккати. 1.4. Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель. 1.5. Метод Эйлера приближенного интегрирования Д.У. (ломаные Эйлера). Теорема существования и единственности решения уравнения. Ломаные

	<p>(ломаные Эйлера). Теорема существования и единственности решения уравнения .</p> <p>1.6 Дифференциальные уравнения 1- го порядка неразрешенные относительно производной.</p>	<p>Эйлера. Существование и единственность решения. Метод введения параметра. Теорема о непрерывной зависимости решения от параметра и от начальных значений. Теорема Пуанкаре. Теорема о дифференцируемости решений. Особые точки.</p> <p>1.6. Дифференциальные уравнения 1- го порядка неразрешенные относительно производной. Частные виды уравнения, особые решения. Уравнения Лагранжа. Уравнения Клеро. Теорема существования и единственности для дифференциальных уравнений, не разрешенных относительно производной. Особые решения.</p>
2	<p>Дифференциальные уравнения n-го по-рядка</p> <p>2.1 Простейшие случаи понижения порядка. Теорема существования и единственности для дифференциального уравнения n-го порядка.</p> <p>2.2 Линейные дифференциальные уравнения n-го порядка.</p> <p>2.3 Линейные однородные уравнения с постоянными коэффициентами и уравнения Эйлера.</p> <p>2.4 Линейные неоднородные уравнения. Линейные неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами и уравнения Эйлера.</p> <p>2.5 Понятие о краевых задачах</p>	<p>2.1. Дифференциальные уравнения любого порядка. Простейшие случаи понижения порядка. Теорема существования и единственности для дифференциального уравнения n-го порядка.</p> <p>2.2. Линейные дифференциальные уравнения n-го порядка. Линейный дифференциальный оператор L и его свойства.</p> <p>Теоремы о решениях линейного однородного уравнения. Линейно независимые функции на отрезке. Определитель Вронского. Формула Остроградского - Лиувилля</p> <p>2.3. Линейные однородные уравнения с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение. Случай различных действительных и мнимых корней характеристического уравнения. Уравнение Эйлера (различные случаи корней характеристического уравнения).</p> <p>2.4. Линейные неоднородные уравнения. Общее решение линейного неоднородного уравнения. Метод вариации постоянных. Метод неопределенных коэффициентов.</p> <p>2.5. Краевых задачи. Функция влияния или функция Грина. Построение функции Грина</p>
3	<p>Системы дифференциальных уравнений</p> <p>3.1 Системы дифференциальных уравнений</p> <p>3.2 Системы линейных дифференциальных уравнений.</p> <p>3.3 Системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами</p>	<p>3.1. Системы дифференциальных уравнений</p> <p>Общие понятия. Интегрирование системы дифференциальных уравнений путем сведения к одному уравнению более высокого порядка. Нахождение интегрируемых комбинаций.</p> <p>3.2. Системы линейных дифференциальных уравнений. Основные теоремы о решениях линейных однородных систем. Принцип суперпозиции. Метод вариации постоянных для решения неоднородной системы.</p> <p>3.3. Системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение. Случай различных действительных и мнимых корней</p>

		характеристического уравнения. Решения линейных систем методами неопределенных коэффициентов.
--	--	---

5.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
1.1 Дифференциальные уравнения 1-го порядка разрешенные относительно производной.	Изоклины. Составление дифференциальных уравнений семейства кривых. Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные уравнения.
1.2 Уравнения, с разделяющимися переменными	Решение задач. Уравнения, приводящиеся, к уравнениям с разделяющимися переменными.
1.3. Линейные уравнения первого порядка	Решение задач. Линейные уравнения первого порядка. Уравнения Бернулли, Риккати.
1.4 Уравнения в полных дифференциалах	Решение задач. Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель.
1.5 Метод Эйлера приближенного интегрирования Д.У. (ломаные Эйлера). Теорема существования и единственности решения уравнения .	Решение задач. Существование и единственность решения. Приближенного интегрирования дифференциальных уравнений.
1.6 Дифференциальные уравнения 1-го порядка неразрешенные относительно производной.	Решение задач. Уравнения, не разрешенные относительно производной. Уравнения Лагранжа и Клеро.
1.7 Геометрические и физические задачи.	Решение геометрических и физических задач. Геометрические и физические задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям первого порядка.
2.1 Простейшие случаи понижения порядка. Теорема существования и единственности для дифференциального уравнения n-го порядка.	Решение задач. Уравнения, допускающие понижение порядка
2.2 Линейные дифференциальные уравнения n-го порядка.	Решение линейных однородных и неоднородных дифференциальных уравнений n-го порядка методом понижения порядка уравнений
2.3 Линейные однородные уравнения с постоянными коэффициентами и уравнения Эйлера	Линейные однородные уравнения с постоянными коэффициентами высших порядков.
2.4 Линейные неоднородные уравнения. Линейные неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами и уравнения Эйлера.	Линейные неоднородные уравнения. Линейные уравнения с переменными коэффициентами. Уравнения Эйлера, Лагранжа, Чебышева.

2.5	Понятие о краевых задачах	Краевые задачи. Функции Грина.
3.1	Системы дифференциальных уравнений	Решение задач. Линейные однородные системы с постоянными коэффициентами (Метод исключения).
3.2	Системы линейных дифференциальных уравнений.	Линейные системы с постоянными коэффициентами (Метод Эйлера). Матричный метод.
3.3	Системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами	Решение задач. Линейные неоднородные системы. Метод исключения, метод вариации. Метод неопределенных коэффициентов.

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Дифференциальные уравнения первого порядка	Самостоятельная работа «Интегрирование линейных уравнений 1-го порядка.» устный опрос Индивидуальное задание №1 «Дифференциальные уравнения первого порядка». Выполнение домашних заданий. Подготовка теоретического материала к каждому практическому занятию.	16
2	Дифференциальные уравнения n-го порядка	Самостоятельная работа №2 «Интегрирование линейных уравнений n-го порядка». Индивидуальное задание №2 «Дифференциальные уравнения высших порядков». Выполнение домашних заданий. Подготовка теоретического материала к каждому практическому занятию	13
3	Системы дифференциальных уравнений	Самостоятельная работа №3 Системы дифференциальных уравнений». ИДЗ №3 «Системы дифференциальных уравнений». Выполнение домашних заданий. Подготовка теоретического материала к каждому практическому занятию	10.8

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 24.03.01 – Ракетные комплексы и космонавтика 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.

Лекции: традиционное и проблемное изложение теоретического материала, текущий устный опрос, коллоквиумы, использование интерактивных обучающих мультимедиа средств; практические занятия: интерактивные методы решения задач, мозговой штурм, использование наглядных средств, контрольные работы; консультации, самостоятельная работа.

Имитационные методы обучения: проблемная лекция.

Игровые имитационные методы обучения: мозговой штурм.

Неигровые имитационные методы обучения: метод группового решения задач.

Лекционные и практические занятия проводятся с использованием традиционной, активной и интерактивной 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 также методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств по дисциплине «Обыкновенные дифференциальные уравнения».

Промежуточный контроль осуществляется в виде зачета в третьем семестре изучения дисциплины.

Зачет сдается в конце семестра. Форма сдачи зачета – устная. Необходимым условием допуска на зачет является выполнение всех видов самостоятельной работы и сдача всех индивидуальных домашних заданий.

Оценочные средства состоят из вопросов к зачету. Примерные варианты итоговых семестровых тестов, самостоятельных работ и индивидуальных домашних заданий приведены в фонде оценочных средств дисциплины.

Примерные вопросы к зачету

3-й семестр

1. Дифференциальные уравнения. Основные понятия и определения. Какие линии называются изоклинами?
2. Уравнения с разделяющимися переменными. Уравнения с разделенными переменными.
3. Уравнения, приводящиеся к уравнениям с разделяющимися переменными.
4. Линейные уравнения 1-го порядка.
5. Метод вариации постоянных.
6. Уравнение Бернулли и его сведение к линейному уравнению.
7. Уравнение Риккати и его сведение к линейному уравнению.
8. Уравнение в полных дифференциалах.
9. Интегрирующий множитель. Условие существования интегрирующего множителя, зависящего только от x и от y . [//:0]
10. Метод Эйлера приближенного интегрирования Д.У. (ломаные Эйлера)
11. Теорема существования и единственности решения
12. Особые точки, особые кривые (узел, село, фокус, центр).
13. Простейшие типы уравнений, неразрешенных относительно производной.
15. Уравнение Лагранжа.
16. Уравнение Клеро.
17. Теорема существования и единственности решения дифференциального уравнения не разрешенного относительно производной. Особые решения.
18. Теорема существования и единственности решения Д.У. n -го порядка.
19. Простейшие случаи понижения порядка.
20. Простейшие случаи понижения порядка. Уравнения однородное относительно аргумента x , однородное относительно аргументов y и производных от y , однородное в обобщенном смысле).
21. Линейное однородное Д.У. n -го порядка.
22. Линейный дифференциальный оператор L и его свойства.
23. Теоремы о решениях линейного однородного уравнения
24. Линейно независимые функции на отрезке (линейно независимые). Определитель Вронского.
25. Общее решение линейного однородного Д.У., фундаментальная система решений.
26. Понижение порядка линейного однородного Д.У.
27. Нахождение линейного однородного Д.У. по заданной фундаментальной системы

решений. Пример.

28. Формула Остроградского - Лиувилля.

29. Линейные однородные Д.У. с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение. Случай различных действительных и мнимых корней.

30. Линейные однородные Д.У. с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение. Случай кратных действительных и мнимых корней.

31. Уравнение Эйлера (различные случаи корней характеристического уравнения).

32. Линейное неоднородное Д.У. Свойства частных решений.

33. Общее решение линейного неоднородного Д.У. (Теорема).

34. Метод вариации произвольных постоянных для уравнения n -го порядка.

35. Линейное неоднородное Д.У. с постоянными коэффициентами (правая часть является многочленом степени s).

36. Линейные неоднородные Д.У. с правой частью состоящей из произведения экспоненты на многочлен степени s .

37. Линейные неоднородные Д.У. с правой частью состоящей из произведения экспоненты на многочлен степени s и на тригонометрические функции.

38. Краевые задачи.

39. Функция влияния или функция Грина. Построение функции Грина.

40. Системы Д.У. Общие понятия.

41. Интегрирование систем Д.У. путем сведения к одному уравнению более высокого порядка.

42. Нахождение интегрируемых комбинаций для систем Д.У.

43. Системы линейных однородных Д.У. Линейный оператор и его свойства.

44. Основные теоремы о решениях линейных однородных систем. Общее решение линейных однородных систем.

45. Решение линейной неоднородной системы. Метод Эйлера.

46. Системы линейных однородных Д.У. с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение. Решение систем Д.У.

47. Метод вариации постоянных для решения линейных неоднородных систем.

48. Общее решение систем линейных неоднородных Д.У. в зависимости от вида функции в правой части.

Критерии оценки знаний студентов по дисциплине «Обыкновенные дифференциальные уравнения»

Для получения зачета по курсу обыкновенные дифференциальные уравнения требуется посещение занятий, полное выполнение индивидуальных домашних заданий, выполнение самостоятельных работ. В случае невыполнения одного из указанных выше требований студент имеет возможность сдать зачет, выполнив правильно и в полном объеме более половины упражнений из индивидуального зачетного задания.

Результат «зачтено» выставляется студенту, если он владеет основным материалом программы, умеет решать задачи с применением изученного материала.

Результат «не зачтено» выставляется студенту, если не освоил материал, предусмотренный содержанием рабочей программы, не выполнил необходимый объем практикума и не сделал основную часть индивидуальных заданий.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) литература

1 Бибиков, Ю. Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений: учебное пособие / Ю. Н. Бибиков. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021 — 304 с. — ISBN 978-5-8114-1176-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167875> (дата обращения: 11.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2 Демидович, Б. П. Дифференциальные уравнения: учебное пособие для вузов / Б. П. Демидович, В. П. Моденов. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022 — 280 с.

— ISBN 978-5-8114-9441-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.

— URL: <https://e.lanbook.com/book/195426> (дата обращения: 02.03.2022). — Режим доступа:

для авториз. пользователей.

3 Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения: [Учеб. пособие] / М.В. Федорюк. - 3-е изд., стер. -СПб.: Лань, 2009 -448 с.

4 Практикум и индивидуальные задания по обыкновенным дифференциальным уравнениям (типовые расчеты) : учебное пособие / В. А. Болотюк, Л. А. Болотюк, Е. А. Швед, Ю. В. Швец. — Санкт-Петербург : Лань, 2021 — 224 с. — ISBN 978-5-8114-1650-9 — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

<https://e.lanbook.com/book/169387> (дата обращения: 11.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5 Самойленко А. М. Дифференциальные уравнения [Текст] : практ. курс: учеб. пособие: рек. Мин. обр. РФ / А. М. Самойленко, С. А. Кривошея, Н. А. Перестюк. - 3-е изд., перераб. - М. : Высш. шк., 2006 - 384 с.

6 Филиппов А. Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям [Текст] / А.Ф. Филиппов. - М. ; Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, 2005 - 176 с.

7 Труфанова Т. В. Дифференциальные уравнения в примерах и задачах [Текст] : учеб. пособие: рек. ДВ РУМЦ / Т. В. Труфанова, Е. М. Салмашова, В. А. Труфанов ; АмГУ, ФМиМ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2006 - 160 с.

8 Труфанова Т.В. Прикладные задачи и примеры по дифференциальным уравнениям [Электронный ресурс] : учеб. пособие: рек. УМО вузов РФ для спец. 160400.65 и напр. подготовки 230100.62 / Т. В. Труфанова, Е. М. Веселова, В. А. Труфанов; АмГУ, ФМиИ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2014 - 164 с. — http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/6936.pdf

9 Дифференциальные уравнения: сб. учеб.-метод. материалов для на-правления подготовки 24.03.01 "Ракетные комплексы и космонавтика" / АмГУ, ФМиИ ; сост. Т. В.

Труфанова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2017 - 91с. Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7811.pdf

10.Сборник индивидуальных заданий по курсу "Обыкновенные дифференциальные уравнения" [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие. Ч. 1 Уравнения первого порядка / Амурский государственный университет, Факультет математики и информатики, Кафедра математического анализа и моделирования; сост. Т. В. Труфанова.

- Благовещенск : АмГУ, 2021 - 34 с. - Б. ц.

Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/11631.pdf

11 Сборник индивидуальных заданий по курсу "Обыкновенные дифференциальные уравнения" [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие. Ч. 2 Уравнения порядка выше первого / Амурский государственный университет, Факультет математики и информатики, Кафедра математического анализа и моделирования; сост. Т. В. Труфанова.

- Благовещенск : АмГУ, 2021 - 33 с. - Б. ц.

Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/11628.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	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 .
3	LibreOffice	Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL https://ru.libreoffice.org/about-us/license/
4	http://www.amursu.ru	Официальный сайт ФГОУ ВО «Амурский государственный университет»
5	http://www.iprbookshop.ru/	Научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу
6	http://e.lanbook.com	Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» – тематические пакеты: математика, физика, инженерно-технические науки. 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.

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	https://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования
2	https://uisrussia.msu.ru/ 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

Лекции и практические занятия проводятся в стандартной аудитории, оснащенной в соответствии с требованиями преподавания теоретических дисциплин, включая мультимедиа-проектор. При изучении дисциплины используется основное необходимое материально-техническое оборудование: мультимедийные средства, Интернет-ресурсы, доступ к полнотекстовым электронным базам, книжный фонд научной библиотеки Амурского государственного университета.

Данное оборудование применяется при изучении дисциплины.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов дисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работы обучающихся, которые предусмотрены учебным планом и соответствуют действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.