

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

31 мая 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
«ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ И ИНТЕГРАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ, ВАРИАЦИОННОЕ
ИСЧИСЛЕНИЕ»

Направление подготовки 03.03.02 Физика

Направленность (профиль) образовательной программы – Физика

Квалификация выпускника – Бакалавр

Год набора – 2024

Форма обучения – Очная

Курс 2 Семестр 3,4

Экзамен 3 сем

Зачет 4 сем

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

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

Институт компьютерных и инженерных наук

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

01.02.2024 г. , протокол № 6

Заведующий кафедрой Максимова Н.Н. Максимова

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

31 мая 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Стукова Е.В. Стукова

31 мая 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

31 мая 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

31 мая 2024 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

фундаментальная подготовка студентов в области дифференциальных уравнений, интегральных уравнений и вариационного исчисления.

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;
- ознакомить студентов с базовыми понятиями теории интегральных уравнений, классификацией интегральных уравнений и методами их решения;
- ознакомить студентов с базовыми понятиями вариационного исчисления, классификацией вариационных задач и методами их решения.

2. МЕСТО УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Дифференциальные и интегральные уравнения, вариационное исчисление» модуля «Математика» включена в обязательную часть учебного плана образовательной программы по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

Дисциплина излагается на основе математического анализа, алгебры, теории функции комплексного переменного, физики. Дисциплина «Дифференциальные и интегральные уравнения, вариационное исчисление» используется для освоения дисциплин: линейные и нелинейные уравнения физики, электродинамика и распространения волн, численные методы и математическое моделирование, теоретическая механика и механика сплошных сред. Будет полезна при проведении научно-исследовательских работа и написании ВКР.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА 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 -1 Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ИД-1опк-1 Знает основные понятия и законы физики и других естественных наук, методы математического анализа, алгебры и геометрии ИД-2опк-1 Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением физико-математических и естественнонаучных знаний, методов научного анализа и моделирования ИД-3опк-1 Владеет навыками теоретических и экспериментальных исследований в сфере профессиональной деятельности

4. СТРУКТУРА УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Общая трудоемкость учебного предмета составляет 7.00 зачетных единицы, 252.0

академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) учебного предмета, 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 порядка	3	12		12									13	Домашние задания, устный опрос, Индивидуальное задание №2
3	Системы дифференциальных уравнений	3	8		8									11	Домашние задания, устный опрос, Индивидуальное задание №3
4	Экзамен	3									0.3	35.7			
5	Интегральные уравнения	4	14		14									19.8	Домашние задания, устный опрос, Индивидуальное задание №5
6	Вариационное	4	20		20									20	Контрольная

	исчисление													работа, устный опрос, Индивидуаль ное задание №5
7	Зачет	4							0.2					
	Итого		68.0	68.0	0.0	0.0	0.2	0.3	35.7	79.8				

5. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Дифференциальные уравнения первого порядка	Введение. Теория дифференциальных, уравнений и ее приложения. Уравнения, с разделяющимися переменными. Линейные уравнения первого порядка. Уравнения Бернулли, Риккати. Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель. Теорема существования и единственности решения уравнения. Дифференциальные уравнения 1-го порядка неразрешенные относительно производной. Частные виды уравнения, особые решения. Уравнения Лагранжа. Уравнения Клеро.
2	Дифференциальные уравнения n-го по-рядка	Дифференциальные уравнения любого порядка. Простейшие случаи понижения порядка. Теорема существования и единственности для дифференциального уравнения n-го порядка. Линейные дифференциальные уравнения n-го порядка. Линейные однородные уравнения с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение. Случай различных действительных и мнимых корней характеристического уравнения. Уравнение Эйлера (различные случаи корней характеристического уравнения). Линейные неоднородные уравнения. Общее решение линейного неоднородного уравнения. Метод вариации постоянных. Метод неопределенных коэффициентов.
3	Системы дифференциальных уравнений	Системы дифференциальных уравнений. Общие понятия. Интегрирование системы дифференциальных уравнений путем сведения к одному уравнению более высокого порядка. Системы линейных дифференциальных уравнений. Основные теоремы о решениях линейных однородных систем. Принцип суперпозиции. Метод вариации постоянных для решения неоднородной системы. Системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение.

		Случаи различных действительных и мнимых корней характеристического уравнения. Решения линейных систем методами неопределенных коэффициентов.
4	Интегральные уравнения	Метрические, нормированные и евклидовы пространства. Линейные операторы в гильбертовом пространстве. Уравнение Вольтерра. Линейное уравнение Вольтерра 2-го рода. Характеристические числа и собственные функции оператора Фредгольма с симметрическим непрерывным ядром. Теорема Гильберта-Шмидта. Однородное и неоднородное уравнения Фредгольма второго рода. Неоднородное уравнение Фредгольма 2-го рода с симметрическим непрерывным ядром. Уравнения Фредгольма с вырожденными ядрами. Теоремы Фредгольма.
5	Вариационное исчисление	Определение функционала. Непрерывность функционала. Основные функциональные пространства. Вариация функционала. Основная лемма вариационного исчисления. Простейшая задача с неподвижными границами. Уравнение Эйлера. Частные случаи интегрируемости уравнения Эйлера. Простейшая задача с подвижными границами. Условия трансверсальности. Поле экстремалей. Достаточные условия экстремума функционала. Функция Вейерштрасса. Условия Якоби и условия Лежандра. Задачи на условный экстремум с конечными, дифференциальными и интегральными связями.

5.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
Дифференциальные уравнения (ДУ) 1-го порядка	□ □ □ □ □ □ Изоклины. Составление дифференциальных уравнений семейства кривых. Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные уравнения. Решение задач. Уравнения, приводящиеся к уравнениям с разделяющимися переменными. Линейные уравнения первого порядка. Уравнения Бернулли, Риккати. Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель. Уравнения, не разрешенные относительно производной. Уравнения Лагранжа и Клеро. Геометрические и физические задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям первого порядка.
Дифференциальные уравнения (ДУ) n-го порядка	Решение задач. Уравнения, допускающие понижение порядка. Решение линейных однородных и неоднородных дифференциальных уравнений n-го

	<p>порядка методом понижения порядка уравнений. Линейные однородные уравнения с постоянными коэффициентами высших порядков. Линейные неоднородные уравнения. Линейные уравнения с переменными коэффициентами. Уравнения Эйлера, Лагранжа.</p>
Системы дифференциальных уравнений	<p>Решение задач. Линейные однородные системы с постоянными коэффициентами (Метод исключения). Линейные системы с постоянными коэффициентами (Метод Эйлера). Линейные неоднородные системы. Метод исключения, метод вариации. Метод неопределенных коэффициентов.</p>
Раздел 4. Интегральные уравнения	<p>Уравнение Вольтерра. Линейное уравнение Вольтерра 2-го рода. Характеристические числа и собственные функции оператора Фредгольма с симметрическим непрерывным ядром. Неоднородное уравнение Фредгольма 2-го рода с симметрическим непрерывным ядром. Уравнения Фредгольма с вырожденными ядрами. Теоремы Фредгольма.</p>
Раздел 5. Вариационное исчисление.	<p>Простейшая задача с неподвижными границами. Уравнение Эйлера. Частные случаи интегрируемости уравнения Эйлера. Простейшая задача с подвижными границами. Условия трансверсальности. Достаточные условия экстремума функционала. Условия Якоби и условия Лежандра. Задачи на условный экстремум с конечными, дифференциальными и интегральными связями.</p>

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Дифференциальные уравнения первого порядка	Контрольная работа, устный опрос. Индивидуальное задание №1	16
2	Дифференциальные уравнения n-го порядка	Контрольная работа, устный опрос, рейтинговая оценка. Индивидуальное задание №2	13
3	Системы дифференциальных уравнений	Домашние задания, устный опрос, рейтинговая оценка, Индивидуальное задание №3 Теоретические и практические вопросы	11
4	Интегральные уравнения	Домашние задания, устный опрос, рейтинговая оценка, Индивидуальное задание №4	19.8
5	Вариационное исчисление	Контрольная работа, устный опрос, рейтинговая оценка. Индивидуальное	20

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Образовательные технологии – это организационная в различных формах образовательная деятельность преподавателей и студентов с использованием различных методов обучения, преподавания и оценивания, направленная на достижение результатов и формирование на их основе компетенций.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 03.03.02 – Физика реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной творческой работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

При преподавании дисциплины «Дифференциальные и интегральные уравнения, вариационное исчисление» используются как традиционные, так и инновационные технологии (применение мультимедийного проектора, семинар- дискуссия, «мозговой штурм», «метод проектов», использование сети Internet и электронных учебников).

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

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.

Текущий контроль за аудиторной и самостоятельной работой обучаемых осуществляется во время проведения лекционных и практических занятий посредством устного опроса по контрольным вопросам соответствующего раздела Промежуточный контроль осуществляется в семестре в виде проверки конспектов, самостоятельных, контрольных и индивидуальных заданий. Итоговый контроль осуществляется после успешного прохождения студентами текущего и промежуточного контроля в виде экзамена во втором семестре и в виде зачета в четвертом семестре.

Экзамен сдается в экзаменационную сессию. Форма сдачи экзамена – письменная, в виде ответов на вопросы и решения практических задач. После ответа – устная беседа. Необходимым условием допуска на экзамен является сдача всех работ.

Примерные вопросы к экзамену (третий семестр)

1. Дифференциальные уравнения. Основные понятия и определения.
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 дифференциального уравнения первого порядка. Особые точки, особые кривые (узел, седло, фокус, центр).
13. Простейшие типы уравнений, неразрешенных относительно производной.

14. Простейшие типы уравнений неразрешенных относительно производной.
15. Уравнение Лагранжа. Уравнение Клеро.
17. Теорема существования и единственности решения Д.У. n -го порядка.
18. Простейшие случаи понижения порядка. :
19. Простейшие случаи понижения порядка. Уравнения вида: (однородное относительно аргументов).
20. Линейное однородное Д.У. n -го порядка.
21. Линейный дифференциальный оператор L и его свойства.
22. Теоремы о решениях линейного однородного уравнения
23. Линейно независимые функции на отрезке (линейно независимые). Определитель Вронского.
24. Общее решение линейного однородного Д.У., фундаментальная система решений.
25. Нахождение линейного однородного Д.У. по заданной фундаментальной системы решений. Пример.
26. Формула Остроградского - Лиувилля.
27. Линейные однородные Д.У. с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение. Случай различных действительных и мнимых корней.
28. Линейные однородные Д.У. с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение. Случай кратных действительных и мнимых корней.
29. Уравнение Эйлера (различные случаи корней характеристического уравнения).
30. Линейное неоднородное Д.У. Свойства частных решений.
31. Общее решение линейного неоднородного Д.У.(Теорема).
32. Метод вариации произвольных постоянных для уравнения n -го порядка.
33. Линейное неоднородное Д.У. с постоянными коэффициентами (правая часть является многочленом степени s).
34. Линейные неоднородные Д.У. с правой частью, содержащей тригонометрические функции.
35. Системы Д.У. Общие понятия. Интегрирование систем Д.У. путем сведения к одному уравнению более высокого порядка.
37. Нахождение интегрируемых комбинаций для систем Д.У.
38. Системы линейных однородных Д.У. Линейный дифференциальный оператор и его свойства.
39. Основные теоремы о решениях линейных однородных систем. Общее решение линейных однородных систем.
40. Решение линейной неоднородной системы.
41. Системы линейных однородных Д.У. с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение. Решение систем Д.У.
42. Метод вариации постоянных для решения линейных неоднородных систем.
43. Общее решение систем линейных неоднородных Д.У. в зависимости от вида функции в правой части.

Зачет сдается в последнюю учебную неделю четвертого семестра. Форма сдачи зачета – письменная, в виде ответов на вопросы и решения практических задач. После ответа – устная беседа. Необходимым условием допуска к зачету является сдача всех видов работ.

Примерные вопросы к зачету (четвертый семестр)

1. Метрические, нормированные и евклидовы пространства.
2. Элементы теории линейных операторов.
3. Существование собственного значения вполне непрерывного самосопряженного оператора.
4. Построение последовательности собственных значений и собственных векторов вполне непрерывного самосопряженного оператора.
5. Характеристические числа и собственные функции оператора Фредгольма с симметрическим непрерывным ядром. Теорема Гильберта-Шмидта.

7. Неоднородное уравнение Фредгольма 2-го рода с симметрическим непрерывным ядром.
8. Принцип сжимающих отображений. Теоремы о неподвижной точке.
10. Линейное уравнение Вольтерра 2-го рода.
11. Уравнения Фредгольма с вырожденными ядрами. Теоремы Фредгольма.
12. Уравнение Фредгольма 2-го рода с произвольным непрерывным ядром. Теоремы Фредгольма.
13. Задача Штурма-Лиувилля. Понятие вариации функционала.
15. Задача с закрепленными концами. Необходимое условие экстремума.
16. Задачи на условный экстремум.
17. Задачи с подвижной границей.
18. Достаточные условия экстремума в задаче с закрепленными концами.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

а) литература

1. Привалов, И. И. Интегральные уравнения : учебник для вузов / И. И. Привалов. — 4-е изд., стер. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 253 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01552-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: [https:// urait.ru/ bcode/537094](https://urait.ru/bcode/537094) (дата обращения: 22.05.2024).
2. Стеклов, В. А. Основы теории интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений : учебное пособие для вузов / В. А. Стеклов. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 427 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02124-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: [https:// urait.ru/ bcode/539232](https://urait.ru/bcode/539232) (дата обращения: 22.05.2024).
3. Хеннер, В. К. Обыкновенные дифференциальные уравнения, вариационное исчисление, основы специальных функций и интегральных уравнений : учебное пособие / В. К. Хеннер, Т. С. Белозерова, М. В. Хеннер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-2592-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: [https:// e.lanbook.com/ book/210038](https://e.lanbook.com/book/210038) (дата обращения: 22.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Гюнтер, Н. М. Курс вариационного исчисления : учебное пособие / Н. М. Гюнтер. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-0893-1. — Текст : электронный // Лань : электронно- библиотечная система. — URL: [https:// e.lanbook.com/ book/210236](https://e.lanbook.com/book/210236) (дата обращения: 22.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Бибиков, Ю. Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений : учебное пособие / Ю. Н. Бибиков. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-1176-4. — Текст : электронный // Лань : электронно- библиотечная система. — URL: [https:// e.lanbook.com/ book/210617](https://e.lanbook.com/book/210617) (дата обращения: 22.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. 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](https://e.lanbook.com/book/195426) (дата обращения: 22.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Труфанова Т.В. Дифференциальные уравнения в примерах и задачах: 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. Васильева, А. Б. Интегральные уравнения : учебник / А. Б. Васильева, Н. А. Тихонов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 160 с. — ISBN 978-5-8114-0911-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210230> (дата обращения: 22.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

10. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям/ А.Ф. Филиппов. - М.: Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2000. - 176 с

11. Труфанова Т.В., Сельвинский В.В. Дифференциальные и интегральные уравнения, вариационное исчисление: сборник учебно-методических материалов для направления подготовки 03.03.02 – Физика. – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2018. Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/10746.pdf

12. 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

13. 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	http://www.amursu.ru	Официальный сайт ФГОУ ВО «Амурский государственный университет»
2	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
3	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://scholar.google.ru/	Google Scholar — поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин.
2	https://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования
3	https://uisrussia.msu.ru/	Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)

4	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 УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

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.