

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Амурский государственный университет»



Проректор по учебной и научной работе

А.В. Лейфа

«01» сентября 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УРАВНЕНИЯ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ**

Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль) образовательной программы «Прикладная математика и информатика»
Квалификация выпускника: бакалавр
Год набора: 2021
Форма обучения: очная
Курс 3 Семестр 5
Экзамен 5
Общая трудоемкость дисциплины 216 (акад. час.), 6 (з.е.)

Составители: Т. В. Труфанова, доцент, канд. тех. наук;
Факультет математики и информатики
Кафедра математического анализа и моделирования

2021 г.

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом № 9 Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.01.2018 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры математического анализа и моделирования

«01» сентября 2021 г., протокол № 1

И.о. зав. кафедрой  Н.Н. Максимова

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методического управление

 Н.А. Чалкина

«01» сентября 2021 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

 Н.Н. Максимова

«01» сентября 2021 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

 О.В. Петрович

«01» сентября 2021 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр информационных и образовательных технологий

 А.А. Тодосейчук

«01» сентября 2021 г..

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Уравнения в частных производных» посвящена изучению математических моделей естественнонаучных явлений, которые приводят к задачам для дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка.

Цель дисциплины: знакомство с методами построения математических моделей различных процессов и явлений естествознания.

Задачи учебной дисциплины:

- овладение умениями и навыками построения математических моделей физических процессов и явлений;
- аналитического и численного решения и исследования получающихся при этом математических задач;
- выяснение физического смысла полученного решения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Уравнения в частных производных» является дисциплиной обязательной части. Излагается на базе математического анализа, алгебры и аналитической геометрии, дифференциальных уравнений, интегральных преобразований в тесной связи с теорией функций комплексного переменного и с основами вариационного исчисления.

Освоение уравнений в частных производных необходимо для изучения многих дисциплин высшей математики и механики. Используется для освоения дисциплин: численные методы, методы оптимизации, математическое и компьютерное моделирование.

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

3.1 Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Категория общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ИДК-1 _{ОПК-1} Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук ИДК-2 _{ОПК-1} Умеет использовать в профессиональной деятельности знания, полученные в области математических и (или) естественных наук ИДК-3 _{ОПК-1} Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических сведений
	ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	ИДК-1 _{ОПК-3} Обладает базовыми знаниями о существующих математических моделях в различных областях знаний ИДК-2 _{ОПК-3} Умеет применять и модифицировать существующие математические модели для решения прикладных задач ИДК-3 _{ОПК-3} Владеет методологией математического моделирования для решения задач в области профессиональных интересов

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 акад. часов.

№ п/п	Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация	Семестр	Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)				Контроль (в академических часах)	Самостоятельная работа (в академических часах)	Формы текущего контроля успеваемости
			Л	ПЗ	КТО	КЭ			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Классификация уравнений с частными производными 2-го порядка	5	2	4				2	Самостоятельная работа №1
2	Уравнения гиперболического типа	5							
2.1	Простейшие задачи, приводящие к уравнениям гиперболического типа. Постановка краевых задач	5	2	4				2	Опрос
2.2	Задача Коши для волнового уравнения и распространение волн в неограниченном пространстве	5	2	4				6	Самостоятельная работа №2
2.3	Методы решения краевых задач. Метод разделения переменных.	5	4	8				6	ИДЗ №1
2.4	Общая схема метода разделения переменных	5	2	4				4	ИДЗ №1
3	Уравнения параболического типа	5							
3.1	Простейшие задачи, приводящие к уравнениям параболического типа. Постановка краевых задач.	5	2	2				2	Самостоятельная работа №3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.2	Метод разделения переменных для уравнения параболического типа. Функция источника	5	2	8				10	ИДЗ №2
3.3	Задача о распространении тепла на бесконечной прямой.	5	2	4				4	Опрос
4	Уравнения эллиптического типа	5							
4.1	Задачи, приводящие к уравнению Лапласа.	5	2	2				4	Самостоятельная работа №3
4.2	Основные свойства гармонических функций.	5	2	4				4	Опрос
4.3	Решение краевых задач для простейших областей методами разделения переменных.	5	4	8				12	Самостоятельная работа №3 ИДЗ №3
5	Распространение волн в пространстве	5	4	8				15	Опрос
6	Распространение тепла в пространстве.	5	4	8				15	Опрос
	Экзамен	5				0,3	35,7		
ИТОГО			34	68		0,3	35,7	78	

Л – лекция, ПР – практическое занятие, КТО – контроль теоретического обучения, КЭ – контроль на экзамене, ИДЗ – индивидуальное домашнее задание.

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	<i>Введение в теорию ДУ математической физики.</i>	Введение. Основные примеры уравнений математической физики. Практическое применение уравнений математической физики для описания закономерностей различных физических явлений. Основные этапы исторического развития математической физики.
1	<i>Классификация уравнений с частными производными 2-го порядка.</i>	Классификация уравнений с частными производными второго порядка и приведение их к каноническому виду. Уравнения эллиптического, гиперболического и параболического типов. Уравнение смешанного типа. Простейшие примеры основных типов уравнений с частными производными второго порядка

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
2	<i>Уравнения гиперболического типа</i>	
2.1	<i>Простейшие задачи, приводящие к уравнениям гиперболического типа. Постановка краевых задач</i>	Простейшие задачи, приводящие к уравнениям гиперболического типа. Постановка краевых задач. Уравнение малых поперечных колебаний струны. Уравнение продольных колебаний стержней и струн. Энергия колебания струны. Уравнение электрических колебаний в проводах. Граничные и начальные условия
2.2	<i>Задача Коши для волнового уравнения и распространение волн в неограниченном пространстве</i>	Задача Коши для волнового уравнения и распространение волн в неограниченном пространстве. Формула Даламбера. Физическая интерпретация. Устойчивость решений. Полуограниченная прямая и метод продолжений.
2.3	<i>Методы решения краевых задач. Метод разделения переменных.</i>	Методы решения краевых задач. Метод разделения переменных. Собственные значения и собственные функции задачи Штурма-Лиувилля. Неоднородные уравнения. Общая первая краевая задача. Краевые задачи со стационарными неоднородностями.
2.4	<i>Общая схема метода разделения переменных</i>	Общая схема метода разделения переменных. Решение общих линейных уравнений гиперболического типа.
3	<i>Уравнения параболического типа</i>	
3.1	<i>Простейшие задачи, приводящие к уравнениям параболического типа. Постановка краевых задач.</i>	Простейшие задачи, приводящие к уравнениям параболического типа. Постановка краевых задач. Линейная задача о распространении тепла. Принцип максимального значения. Теорема единственности.
3.2	<i>Метод разделения переменных для уравнения параболического типа. Функция источника</i>	Метод разделения переменных. Однородная краевая задача. Функция источника Неоднородное уравнение теплопроводности. Общая первая краевая задача.
3.3	<i>Задача о распространении тепла на бесконечной прямой.</i>	Задача на бесконечной прямой. Функция источника для неограниченной области. Краевые задачи для полуограниченной прямой.
4	<i>Уравнения эллиптического типа</i>	
4.1	<i>Задачи, приводящие к уравнению Лапласа.</i>	Задачи, приводящие к уравнению Лапласа. Специальные функции математической физики. Стационарное тепловое поле. Уравнения Лапласа и Пуассона. Постановка основных краевых задач. Уравнение Лапласа в криволинейной системе координат. Фундаментальные решения уравнения Лапласа.
4.2	<i>Основные свойства гармонических функций.</i>	Гармонические функции и аналитические функции комплексного переменного Формулы Грина. Интегральное представление решения. Основные свойства гармонических функций. Единственность и устойчивость первой краевой задачи. Внешние краевые задачи. Единственность решения для двух и

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
		трёхмерных задач.
4.3	<i>Решение краевых задач для простейших областей методами разделения переменных.</i>	Решение краевых задач для простейших областей методами разделения переменных. Первая краевая задача для круга (внешняя и внутренняя задачи Дирихле). Интеграл Пуассона. Функция источника (функция Грина). Функция источника для уравнения Лапласа и её основные свойства.
5		<i>Распространение волн в пространстве</i>
5.1	<i>Распространение волн в пространстве</i>	Уравнение колебаний в пространстве. Метод усреднения. Формула Пуассона. Метод спуска. Колебания ограниченных объемов. Общая схема метода разделения переменных. Колебания прямоугольной мембраны. Колебания круглой мембраны.
6		<i>Распространение тепла в пространстве</i>
6.1	<i>Распространение тепла в пространстве</i>	Распространение тепла в неограниченном пространстве. Функция температурного влияния. Распространение тепла в ограниченных телах. Схема метода разделения переменных. Краевые задачи остывания нагретых тел. Остывание круглого цилиндра, остывание прямоугольного параллелепипеда. Диффузионный процесс в активной среде с размножением. Задача экологического прогнозирования.

5.2. Практические занятия

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1		<i>Введение в теорию дифференциальных уравнений математической физики</i>
1.1	<i>Классификация уравнений с частными производными 2-го порядка</i>	Дифференциальное уравнение с частными производными и его решения. Классификация уравнений с частными производными. Приведение к каноническому виду линейных уравнений с частными производными второго порядка с двумя независимыми переменными. Приведение к каноническому виду линейных уравнений с частными производными второго порядка с тремя независимыми переменными.
2.		<i>Уравнения гиперболического типа</i>
2.1	<i>Простейшие задачи, приводящие к уравнениям гиперболического типа. Постановка краевых задач</i>	Решение задач. Волновое уравнение. Общее решение волнового уравнения. Постановка краевых задач
2.2	<i>Задача Коши для волнового уравнения и распространение волн в неограниченном пространстве</i>	Решение задач. Задача Коши для волнового уравнения.
2.3	<i>Методы решения краевых задач. Метод разделения переменных</i>	Метод разделения переменных - метод Фурье для однородного уравнения с однородными граничными условиями. Неоднородная смешанная задача для уравнения гиперболического типа с однородными и неоднородными граничными условиями.

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
		ми
2.4	<i>Общая схема метода разделения переменных</i>	Решение задач. Смешанная задача для уравнения гиперболического типа.
3		<i>Уравнения параболического типа</i>
3.1	<i>Простейшие задачи, приводящие к уравнениям параболического типа. Постановка краевых задач.</i>	Решение задач. Постановка задачи для уравнения теплопроводности.
3.2	<i>Метод разделения переменных для уравнения параболического типа. Функция источника</i>	Метод разделения переменных. Однородная краевая задача.
3.3	<i>Задача о распространении тепла на бесконечной прямой.</i>	Задача Коши для однородного уравнения теплопроводности. Задача Коши для неоднородного уравнения теплопроводности.
4		<i>Уравнения эллиптического типа</i>
4.1	<i>Задачи, приводящие к уравнению Лапласа.</i>	Решение задач. Постановка задач для уравнения Лапласа и Пуассона. Задача Дирихле и Неймана
4.2	<i>Основные свойства гармонических функций.</i>	Основные свойства гармонических функций.
4.3	<i>Решение краевых задач для простейших областей методами разделения переменных.</i>	Задачи на собственные значения и собственные функции оператора Лапласа. Решение краевых задач для уравнения Лапласа методом разделения переменных. Решение уравнения Лапласа в круге и вне круга. Для кольца, кругового сектора найти гармонические функции. Решение уравнения Лапласа в прямоугольнике.
5		<i>Распространение волн в пространстве</i>
5.1	<i>Распространение волн в пространстве</i>	Специальные функции. Функции Бесселя и их свойства. Поперечные колебания однородной прямоугольной мембраны. Колебание круглой мембраны. Нелинейные уравнения волновых процессов. Уравнение Кортевега – де Фриза.
6		<i>Распространение тепла в пространстве</i>
6.1	<i>Распространение тепла в пространстве</i>	Краевые задачи остывания нагретых тел. Решение краевых задач для уравнения теплопроводности в пространственных областях. Диффузионный процесс в активной среде с размножением. Задача экологического прогнозирования

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоёмкость в академических часах
1	Введение в теорию уравнений в частных производных	Опрос. Подготовка теоретического материала к каждому практическому занятию.	2
2	Уравнения гиперболического типа	Самостоятельная работа №1 «Задача Коши для волнового уравнения», устный опрос, индивидуальное задание №1 «Метод Фурье для решения гиперболических уравнений». Выполнение домашних заданий. Подготовка теоретического материала к каждому практическому занятию.	20
3	Уравнения параболического типа	Самостоятельная работа №2 «Краевые задачи для уравнения теплопроводности». Индивидуальное задание №2 «Метод Фурье для решения параболических уравнений». Выполнение домашних заданий. Подготовка теоретического материала к каждому практическому занятию	16
4	Уравнения эллиптического типа	Самостоятельная работа №3 «Решение уравнений Лапласа для простейших областей». Индивидуальное задание №3. «Метод Фурье решения уравнений эллиптического типа». Выполнение домашних заданий. Подготовка теоретического материала к каждому практическому занятию.	20
5	Распространение волн в пространстве	Выполнение домашних заданий. Подготовка теоретического материала к каждому практическому занятию.	10
6	Распространение тепла в пространстве	Выполнение домашних заданий. Подготовка теоретического материала к каждому практическому занятию.	10
ИТОГО САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА			78

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика 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.

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 «Уравнения в частных производных».

Промежуточный контроль осуществляется в виде экзамена в пятом семестре изучения дисциплины.

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

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

Экзамен сдается в конце 5 семестра. Форма сдачи экзамена – устная. Необходимым условием допуска на экзамен является выполнение всех видов самостоятельной работы и сдача всех индивидуальных домашних заданий.

Примерные вопросы к экзамену 5-й семестр

1. Понятие дифференциальных уравнений в частных производных и его решения.
2. Понятие характеристической формы и классификация линейных уравнений 2-го порядка (гиперболического, эллиптического, параболического).
3. Характеристические кривые и характеристические направления.
4. Приведение к каноническому виду уравнений 2-го порядка с двумя переменными.
5. Простейшие задачи, приводящие к уравнениям гиперболического типа (колебание струны, распространение звука, распространение волн).
6. Уравнение малых поперечных колебаний струны.
7. Уравнение продольных колебаний струны (стержня).
8. Уравнение колебаний мембраны.
9. Граничные и начальные условия (3 типа).
10. Теорема единственности решения для гиперболического типа.
11. Формула Даламбера. (Решение задачи Коши для гиперболического типа)
12. Устойчивость решения.
13. Метод разделения переменных для уравнения свободных колебаний струны (метод Фурье).
14. Интерпретация решения для волнового уравнения.
15. Простейшие задачи, приводящие к уравнению параболического типа (уравнение теплопроводности, диффузионные процессы).
16. Линейная задача о распространении тепла (уравнение теплопроводности)

17. Постановка краевой задачи для уравнения теплопроводности.
18. Принцип максимального значения для уравнения теплопроводности.
19. Теорема единственности для параболического типа.
20. Метод разделения переменных для уравнения теплопроводности. Однородная краевая задача.
21. Функция источника для уравнения теплопроводности.
22. Неоднородное уравнение теплопроводности и его решение.
23. Общая (первая) краевая задача для уравнения теплопроводности (уравнение и граничные условия неоднородны).
24. Распространение тепла на бесконечной прямой (задача Коши).
25. Интеграл Пуассона для решения уравнения теплопроводности.
26. Краевая задача для полуограниченной прямой (леммы).
27. Уравнения эллиптического типа. Задачи, приводящие к уравнениям Лапласа.
28. Уравнения Лапласа в криволинейной системе координат (3 вида: в сферической, полярной, цилиндрической).
29. Фундаментальные решения уравнения Лапласа.
30. Гармонические функции. Общие свойства функций.
31. Первая и вторая формулы Грина.
32. Основная формула Грина.
33. Внешние краевые задачи для уравнений эллиптического типа.
34. Решение краевых задач для простейших областей методом разделения переменных.
35. Интеграл Пуассона (эллиптические уравнения).
36. Функция источника для уравнения Лапласа.
37. Свойства функции источника для уравнения Лапласа.
38. Уравнения колебания в пространстве.
39. Метод усреднения.
40. Формула Пуассона для решения задачи Коши о распространении волн в пространстве.
41. Метод спуска. Сферические, цилиндрические, плоские волны.
42. Решение неоднородного волнового уравнения в пространстве.
43. Колебания ограниченных объемов. Общая схема метода разделения переменных.
44. Колебания прямоугольной мембраны.
45. Колебания круглой мембраны.
46. Функция температурного влияния.
47. Распределение тепла в пространстве (неограниченном).
48. Распространение тепла в ограниченных телах. Схема метода разделения переменных.
49. Решение неоднородного уравнения теплопроводности в ограниченных телах.
50. Краевые задачи остывания нагретых тел. Остывание круглого цилиндра, остывание прямоугольного параллелепипеда.
51. Диффузионный процесс в активной среде с размножением. Задача экологического прогнозирования.

Критерии оценки знаний студентов по дисциплине «Уравнения в частных производных»

Экзаменационный билет по уравнениям в частных производных содержит 3 задания: два теоретических вопроса и одну практическую задачу. Каждый теоретический вопрос соответствует программе данного семестра. Практические задачи даются средней сложности, сравнимые с теми, которые решались на практических занятиях. Экзамен сдается устно. Положительная оценка по экзамену выставляется, если студент правильно ответил на более половины вопросов. При этом ответ на теоретический вопрос считается правильным, если пра-

вильно сформулированы необходимые понятия и факты, относящиеся к данному вопросу, правильно сформулирована теорема, изложение студент ведет устно и с пониманием. Задача считается решенной, если дано ее полное правильное поэтапное решение. Дополнительные вопросы задаются для уточнения знаний студента по вопросам билета, и, как правило, не выходят за пределы вопросов по билету.

- Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой специальности.

- Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу. Как правило, оценка «хорошо» выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшего обучения в вузе и в будущей профессиональной деятельности.

- Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшего обучения, выполняющего задания, предусмотренные программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

- Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, имеющему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка «неудовлетворительно» выставляется студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных знаний по дисциплине.

П 9.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) литература:

1. Карчевский, М. М. Лекции по уравнениям математической физики: учебное пособие / М. М. Карчевский. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 164 с. — ISBN 978-5-8114-2132-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168914> (дата обращения: 11.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Карчевский, М. М. Уравнения математической физики. Дополнительные главы: учебное пособие / М. М. Карчевский, М. Ф. Павлова. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 276 с. — ISBN 978-5-8114-2133-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168915> (дата обращения: 11.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Емельянов, В. М. Уравнения математической физики. Практикум по решению задач: учебное пособие для вузов / В. М. Емельянов, Е. А. Рыбакина. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 216 с. — ISBN 978-5-8114-7173-7. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156410> (дата обращения: 11.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Павленко, А. Н. Уравнения математической физики [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Н. Павленко, О. А. Пихтилькова. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 100 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30134.html>

5. Труфанова, Т. В. Методы решения уравнений математической физики [Электронный ресурс] : учеб. пос.: доп. УМО РФ / Т. В. Труфанова, А. Г. Масловская, Е. М. Веселова ; АмГУ, ФМиИ. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2015. - 196 с. - Б. ц. http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7321.pdf

6. Бицадзе А.В. Сборник задач по уравнениям математической физики : учеб. пособие/ А. В. Бицадзе, Д. Ф. Калининченко. -3-е изд. -М.: Альянс, 2007. -311 с.

7.Труфанова Т.В. Уравнения математической физики: учеб. пособие: Т. В. Труфанова, Е.М. Веселова; АмГУ, ФМиИ. -Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2010. -112 с.

8. Дифференциальные уравнения математической физики: сб. учеб. -метод. материалов для направления подготовки 24.03.01 "Ракетные комплексы и космонавтика" / АмГУ, ФМиИ ; сост. Т. В. Труфанова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2017. - 34 с Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7811.pdf

9. Практическое решение уравнений математической физики [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие. Ч. 1. Гиперболические уравнения / АмГУ, ФМиИ ; сост. Т. В. Труфанова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2019. - 32 с. - Б. ц .Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/11386.pdf

10. Практическое решение уравнений математической физики [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие. Ч. 2. Параболические и эллиптические уравнения / АмГУ, ФМиИ ; сост. Т. В. Труфанова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2020. - 31 с. - Б. ц.

Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/11500.pdf

б) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

№	Наименование	Описание
1	Операционная система Windows 7 Pro	Dream Spark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору – Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 01 марта 2016 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	7-Zip	Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL http://www.7-zip.org/license.txt
4	LibreOffice	бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL https://ru.libreoffice.org/about-us/license/
5	Lazarus (FreePascal)	Бесплатное распространение по лицензии GNU GPL-2.0 http://www.gnu.org/licenses/oldlicenses/gpl-2.0.html
6	http://www.amursu.ru	Официальный сайт ФГОУ ВО «Амурский государственный университет»
7	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
8	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/	GoogleScholar — 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	http://neicon.ru	Полнотекстовый архив ведущих западных научных журналов на российской платформе Национального электронно-информационного консорциума (НЭИКОН)
4	https://uisrussia.msu.ru/	Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ).
5	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.