

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

28 мая 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
«МЕТОДЫ И МОДЕЛИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ»

Направление подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) образовательной программы – Математическое и программное обеспечение информационных систем

Квалификация выпускника – Магистр

Год набора – 2024

Форма обучения – Очная

Курс 1 Семестр 2

Экзамен 2 сем

Общая трудоемкость дисциплины 180.0 (академ. час), 5.00 (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 01.04.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 10.01.18 № 13

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

28 мая 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Максимова Н.Н. Максимова

28 мая 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

28 мая 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

28 мая 2024 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

Изучение, построение и исследование математических моделей различных физических явлений, которые приводят к задачам для дифференциальных уравнений с частными производными.

Задачи дисциплины:

- развитие навыков правильной постановки задач математической физики, т. е. задач, для которых решение существует, единственно и непрерывно зависит от данных задач;
- изучение основных методов решений уравнений математической физики;
- выяснение физического смысла полученного решения.

2. МЕСТО УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Методы и модели математической физики» является дисциплиной обязательной части учебного плана по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика».

Дисциплина 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, математическое моделирование.

Знания, умения и навыки, полученные в процессе изучения данного курса, могут быть использованы магистрантами при выполнении выпускной квалификационной работы.

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

3.1. Универсальные компетенции и индикаторы их достижения

Категория (группа) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
undefined	undefined undefined	

3.2. Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	ОПК-1 Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	ИД-1ОПК-1. Обладает специальными знаниями и практическим опытом решения актуальных задач фундаментальной и прикладной математики. ИД-2ОПК-1. Умеет использовать методы решения прикладных задач (в т.ч. с использованием программных средств) в профессиональной деятельности
Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	ОПК-2 Способен совершенствовать и реализовывать новые	ИД-1ОПК-2. Владеет математическим аппаратом и опытом решения современных

деятельности	математические методы решения прикладных задач	прикладных задач. ИД-2ОПК-2. Способен модифицировать известные и разрабатывать новые методы решения прикладных задач в зависимости от специфики объекта исследования и условий реализации конкретной задачи
Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	ОПК-3 Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	ИД-1ОПК-3. Обладает профильными знаниями в области формализации математических моделей процессов и явлений, проверки корректностей моделей и аналитических методов решения прикладных задач. ИД-2ОПК-3. Владеет методологией математического моделирования, знает и умеет реализовывать все этапы вычислительного эксперимента для решения задач профессиональной деятельности. ИД-3ОПК-3. Знает методы оценки погрешности результатов моделирования и границ применимости конкретных моделей, а также подходы к проверке адекватности результатов моделирования.

4. СТРУКТУРА УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Общая трудоемкость учебного предмета составляет 5.00 зачетных единицы, 180.0 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	Введение в теорию дифференциальных уравнений математической физики. Классификация уравнений с частными производными 2-го порядка	2	2		2								6	Опрос, Самостоятельная работа №1
2	Уравнения гиперболического типа Простейшие задачи, приводящие к уравнениям гиперболического типа. Постановка краевых задач	2	1										6	Устный опрос. Решение задач из сборника Бицадзе А.В.
3	Задача Коши для волнового уравнения и распространение волн в неограниченном пространстве	2	1		2								6	Устный опрос. Решение задач из сборника Бицадзе А.В. Самостоятельная работа №2
4	Методы решения краевых задач. Метод разделения переменных.	2	2		2								10	Устный опрос. Решение задач из сборника Бицадзе А.В. ИДЗ №1
5	Общая схема метода разделения переменных	2	1										6	Устный опрос. Решение задач из сборника Бицадзе А.В. ИДЗ №1
6	Распространение волн в пространстве	2	2		2								8	Устный опрос. Решение задач из сборника Бицадзе А.В.
7	Уравнения параболического типа	2	1										6	Устный опрос. Решение

	Простейшие задачи, приводящие к уравнениям параболического типа. Постановка краевых задач.												задач из сборника Бицадзе А.В. Самостоятельная работа №3	
8	Метод разделения переменных для уравнения параболического типа. Функция источника	2	2		2								10	Устный опрос. Решение задач из сборника Бицадзе А.В. ИДЗ №2
9	Задача о распространении тепла на бесконечной прямой.	2	1		1								8	Устный опрос. Решение задач из сборника Бицадзе А.В. ИДЗ №2
10	Распространение тепла в пространстве	2	1		1								8	Устный опрос. Решение задач из сборника Бицадзе А.В.
11	Уравнения эллиптического типа. Задачи, приводящие к уравнению Лапласа.	2	1										10	Самостоятельная работа №3
12	Основные свойства гармонических функций.	2	1		2								8	Устный опрос. Решение задач из сборника Бицадзе А.В.
13	Решение краевых задач для простейших областей методами разделения переменных.	2	2		2								18	Устный опрос. Решение задач из сборника Бицадзе А.В. ИДЗ №3
14	Экзамен	2								0.3	35.7			
	Итого			18.0	16.0	0.0	0.0	0.0	0.3	35.7	110.0			

5. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
-------	-----------------------------	---------------------------

1	<p>Введение в теорию дифференциальных уравнений математической физики.</p> <p>Классификация уравнений с частными производными 2-го порядка</p>	<p>Введение. Основные примеры уравнений математической физики. Практическое применение уравнений математической физики для описания закономерностей различных физических явлений. Основные этапы исторического развития математической физики.</p> <p>Классификация уравнений с частными производными второго порядка и приведение их к каноническому виду. Уравнения эллиптического, гиперболического и параболического типов. Уравнение смешанного типа. Простейшие примеры трёх основных типов уравнений с частными производными второго порядка: уравнения Лапласа, волновое уравнение, уравнение теплопроводности.</p>
2	<p>Уравнения гиперболического типа</p> <p>Простейшие задачи, приводящие к уравнениям гиперболического типа.</p> <p>Постановка краевых задач</p>	<p>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</p>
3	<p>Задача Коши для волнового уравнения и распространение волн в неограниченном пространстве</p>	<p>Задача Коши для волнового уравнения и распространение волн в неограниченном пространстве. Формула Даламбера. Физическая интерпретация. Устойчивость решений. Полуограниченная прямая и метод продолжений.</p>
4	<p>Методы решения краевых задач. Метод разделения переменных.</p>	<p>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.</p>
5	<p>Общая схема метода разделения переменных</p>	<p>Общая схема метода разделения переменных. Решение общих линейных уравнений гиперболического типа.</p>
6	<p>Распространение волн в пространстве</p>	<p>Уравнение колебаний в пространстве. Метод усреднения. Формула Пуассона. Метод спуска. Колебания ограниченных объемов. Общая схема метода разделения переменных. Колебания прямоугольной мембраны. Колебания круглой мембраны.</p>
7	<p>Уравнения параболического типа</p> <p>Простейшие задачи, приводящие к уравнениям параболического типа.</p> <p>Постановка краевых задач.</p>	<p>Простейшие задачи, приводящие к уравнениям параболического типа. Постановка краевых задач. Линейная задача о распространении тепла. Принцип максимального значения. Теорема единственности.</p>
8	<p>Метод разделения переменных для уравнения параболического типа.</p> <p>Функция источника</p>	<p>Метод разделения переменных. Однородная краевая задача. Функция источника Неоднородное уравнение теплопроводности. Общая первая краевая задача.</p>

9	Задача о распространение тепла на бесконечной прямой.	Задача на бесконечной прямой. Функция источника для неограниченной области. Краевые задачи для полуограниченной прямой.
10	Распространение тепла в пространстве	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.
11	Уравнения эллиптического типа Задачи, приводящие к уравнению Лапласа.	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.
12	Основные свойства гармонических функций.	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 трёхмерных задач.
13	Решение краевых задач для простейших областей методами разделения переменных.	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.

5.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
Классификация уравнений с частными производными 2-го порядка Простейшие задачи, приводящие к уравнениям гиперболического типа. Постановка краевых задач	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. Решение задач. Волновое уравнение. Общее решение волнового уравнения. Постановка краевых задач
Задача Коши для волнового уравнения и распространение волн в неограниченном пространстве	Решение задач. Задача Коши для волнового уравнения.
Методы решения краевых задач. Метод разделения переменных.	Метод разделения переменных - метод Фурье для однородного уравнения с однородными граничными

Общая схема метода разделения переменных	условиями. Неоднородная смешанная задача для уравнения гиперболического типа с однородными и неоднородными граничными условиями. Решение задач. Смешанная задача для уравнения гиперболического типа.
Распространение волн в пространстве	Решение краевых задач для уравнения гиперболического типа в пространственных областях.
Простейшие задачи, приводящие к уравнениям параболического типа. Постановка краевых задач. Метод разделения переменных для уравнения параболического типа. Функция источника	Решение задач. Постановка задачи для уравнения теплопроводности. Метод разделения переменных. Однородная краевая задача.
Задача о распространение тепла на бесконечной прямой. Распространение тепла в пространстве	Задача Коши для однородного уравнения теплопроводности. Задача Коши для неоднородного уравнения теплопроводности.
Распространение тепла в пространстве	Решение краевых задач для уравнения теплопроводности в пространственных областях.
Задачи, приводящие к уравнению Лапласа.	Решение задач. Постановка задач для уравнения Лапласа и Пуассона. Задача Дирихле и Неймана
Основные свойства гармонических функций.	Основные свойства гармонических функций.
Решение краевых задач для простейших областей методами разделения переменных.	Задачи на собственные значения и собственные функции оператора Лапласа. Решение краевых задач для уравнения Лапласа методом разделения переменных.

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Введение в теорию дифференциальных уравнений математической физики. Классификация уравнений с частными производными 2-го порядка	Устный опрос. Подготовка теоретического материала к каждому практическому занятию.	6
2	Уравнения гиперболического типа Простейшие задачи, приводящие к уравнениям	Выполнение домашних заданий. Подготовка теоретического материала к каждому практическому занятию.	6

	гиперболического типа. Постановка краевых задач		
3	Задача Коши для волнового уравнения и распространение волн в неограниченном пространстве	Самостоятельная работа «Задача Коши для волнового уравнения», устный опрос	6
4	Методы решения краевых задач. Метод разделения переменных.	Устный опрос, индивидуальное задание №1 «Метод Фурье для решения гиперболических уравнений». Выполнение домашних заданий.	10
5	Общая схема метода разделения переменных	Индивидуальное задание №1 «Метод Фурье для решения гиперболических уравнений». Выполнение домашних заданий. Подготовка теоретического материала к каждому практическому занятию.	6
6	Распространение волн в пространстве	Распространение волн в пространстве. Выполнение домашних заданий. Подготовка теоретического материала к каждому практическому занятию.	8
7	Уравнения параболического типа. Простейшие задачи, приводящие к уравнениям параболического типа. Постановка краевых задач.	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	6
8	Метод разделения переменных для уравнения параболического типа. Функция источника	Индивидуальное задание №2 «Метод Фурье для решения параболических уравнений». Выполнение домашних заданий. Подготовка теоретического материала к каждому практическому занятию	10
9	Задача о распространении тепла на бесконечной прямой.	Выполнение домашних заданий. Подготовка теоретического материала к каждому практическому занятию.	8
10	Распространение тепла в пространстве	Выполнение домашних заданий. Подготовка теоретического материала к каждому практическому занятию.	8
11	Уравнения эллиптического типа. Задачи, приводящие к уравнению Лапласа.	Выполнение домашних заданий. Подготовка теоретического материала к каждому практическому занятию.	10
12	Основные свойства	Выполнение домашних заданий.	8

	гармонических функций.	Подготовка теоретического материала к каждому практическому занятию.	
13	Решение краевых задач для простейших областей методами разделения переменных.	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.	18

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.02 – Прикладная математика и информатика реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

При преподавании дисциплины «Методы и модели математической физики» используются как традиционные (лекция, проблемная лекция, лекция-семинар), так и инновационные технологии (применение мультимедийного проектора при изучении отдельных тем, «мозговой штурм», «метод проектов», возможно использование ресурсов сети Internet и электронных учебников).

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Промежуточный контроль осуществляется в виде экзамена. Экзамен сдается в конце семестра. Форма сдачи экзамена – устная. Необходимым условием допуска на экзамен является сдача всех индивидуальных и самостоятельных работ.

Примерные вопросы к экзамену 2-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. Решения уравнений колебания на плоскости и в пространстве (интегральные формулы Кирхгофа).
43. Решение неоднородного волнового уравнения в пространстве.
44. Колебания ограниченных объемов. Общая схема метода разделения переменных.
45. Колебания прямоугольной мембраны.
46. Колебания круглой мембраны.
47. Функция температурного влияния.
48. Распределение тепла в пространстве (неограниченном).
49. Распространение тепла в ограниченных телах. Схема метода разделения переменных.
50. Решение неоднородного уравнения теплопроводности в ограниченных телах.
51. Краевые задачи остывания нагретых тел. Остывание круглого цилиндра, остывание прямоугольного параллелепипеда.
52. Диффузионный процесс в активной среде с размножением. Задача экологического прогнозирования.

Критерии оценки знаний студентов по дисциплине «Методы и модели математической физики»

Для сдачи экзамена по курсу методы и модели математической физики, требуется посещение занятий, полное выполнение индивидуальных домашних заданий, выполнение самостоятельных работ. В случае невыполнения одного из указанных выше требований студент имеет возможность сдать экзамен, выполнив правильно и в полном объеме более половины упражнений из экзаменационного билета.

- Оценка «отлично» выставляется студенту, если он в полном объеме освоил все дидактические единицы, на достаточно высоком уровне владеет теоретическим материалом, способен продемонстрировать знания всех изученных тем и реализации алгоритмов, умеет осуществлять выбор алгоритма для решения практических задач, анализировать результаты расчетов.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он владеет основным материалом программы, умеет решать задачи с применением изученных алгоритмов, обладает навыком реализации алгоритмов.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он умеет решать задачи с применением изученных алгоритмов, но плохо владеет теоретическими вопросами и доказательствами теорем.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если не освоил материал, предусмотренный содержанием рабочей программы, не выполнил необходимый объем практикума.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

а) литература

1. Карчевский, М. М. Лекции по уравнениям математической физики / М. М. Карчевский. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 164 с. — ISBN 978-5-507-46827-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/321200> (дата обращения: 14.03.2024). — 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, 2022. — 276 с. — ISBN 978-5-8114-2133-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212288> (дата обращения: 14.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Павленко, А. Н. Уравнения математической физики : учебное пособие / А. Н. Павленко, О. А. Пихтилькова. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 100 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/30134.html> (дата обращения: 14.03.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

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

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

6. Труфанова, Т. В. Уравнения математической физики [Текст] : учеб. пособие / Т. В. Труфанова ; АмГУ, ФМиИ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2010. - 112 с.

7. 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. - Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/11386.pdf

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