

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 12 » января 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Уравнения математической физики  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** бакалавриат  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 144 (4)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 15.03.03 Прикладная механика  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Прикладная механика (общий профиль, СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины – ознакомиться с основными идеями и методами решения задач математической физики на примере классических задач, приводящих к уравнениям в частных производных (уравнение колебания струны, распространения тепла, стационарного распределения температур).

Круг вопросов математической физики тесно связан с изучением различных физических процессов. Сюда относятся явления, изучаемые в гидродинамике, теории упругости, электродинамике и др. Возникающие при этом задачи содержат много общих элементов и составляют предмет математической физики. Метод исследования, характеризующий эту отрасль науки, является математическим по своему существу. Однако постановка задач математической физики, будучи тесно связанной с изучением физических проблем, имеет специфические черты. Многие задачи математической физики сводятся к краевым задачам для дифференциальных уравнений. Основными математическими средствами исследования этих задач служит математический анализ, теория обыкновенных дифференциальных уравнений, вариационное исчисление.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- математические модели, возникающие при изучении динамических процессов, зависящих от многих факторов (дифференциальные соотношения для функций нескольких переменных);
- математические модели, возникающие при изучении нелокальных процессов, требующих учитывать поведение объекта на отрезке или бесконечной оси;
- уравнения в частных производных первого и второго порядка

### 1.3. Входные требования

Предшествующие дисциплины: Вариационное исчисление

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-1	ИД-1ОПК-1	Знать место дисциплины в общей структуре математических и естественно-научных дисциплин	Знает основные законы естественнонаучных и инженерных дисциплин, методы математического анализа и моделирования.	Экзамен
ОПК-1	ИД-2ОПК-1	Уметь интерпретировать результаты экспериментальных данных как основу для математической модели.	Умеет применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности.	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-1	ИД-3ОПК-1	Владеть методами математического моделирования и математическим аппаратом обработки экспериментальных данных.	Владеет методами естественнонаучных и инженерных дисциплин.	Отчёт по практическому занятию
ОПК-11	ИД-1ОПК-11	Знать постановку прикладных задач как задач математической физики и общие математические принципы, лежащие в основе методов решения уравнений математической физики.	Знает проблемы и задачи прикладной механики	Экзамен
ОПК-11	ИД-2ОПК-11	Уметь строить математические модели прикладных задач, сводящихся к уравнениям математической физики; интерпретировать полученные решения в терминах исходной прикладной задачи; находить аналитические решения уравнений математической физики; проводить количественный и качественный анализ полученных решений.	Умеет решать задачи прочности, динамики, надежности с привлечением физико-математического аппарата	Индивидуальное задание
ОПК-11	ИД-3ОПК-11	Владеть принципами построения математических моделей динамических процессов и аппаратом уравнений математической физики.	Владеет навыками применения компьютерных технологий для решения задач прикладной механики	Отчёт по практическому занятию

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	23	23	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	27	27	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	54	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
5-й семестр				
Общая классификация уравнений в частных производных	5	0	5	10
Тема 1. Уравнения в частных производных первого порядка. Тема 2. Уравнения математической физики и их классификация. Приведение к каноническому виду				
Уравнения гиперболического типа	8	0	10	18
Тема 3. Волновое уравнение. Метод характеристик. Метод Римана. Формула Д'Аламбера. Тема 4. Задача на оси и полуоси. Первая, вторая и третья краевые задачи. Вынужденные колебания, обобщенная формула Д'Аламбера. Метод подбора по правой части. Тема 5. Задача Штурма-Лиувилля. Свойства собственных функций задачи Штурма-Лиувилля. Полнота и ортогональность. Теорема Стеклова. Тема 6. Решение волнового уравнения на отрезке методом разделения переменных (метод Фурье).				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Уравнения параболического типа	4	0	5	12
Тема 7. Уравнение теплопроводности и диффузии. Решение параболического уравнения на отрезке методом разделения переменных. Тема 8. Решение уравнения теплопроводности для бесконечного и полубесконечного стержня методом разделения переменных. Формула Пуассона. Неоднородные уравнения, обобщенная формула Пуассона.				
Уравнения эллиптического типа	6	0	7	14
Тема 9. Уравнения эллиптического типа. Постановка задачи, корректность. Гармонические функции. Первая, вторая и третья краевые задачи. Решение задач Дирихле и Неймана для прямоугольных областей. Тема 10. Оператор Лапласа в полярных координатах. Решение внутренней и внешней задачи Дирихле для круга и кольца. Формула Пуассона. Тема 11. Функция Грина, теория потенциала; краевые задачи для уравнения Лапласа, Гельмгольца и для бигармонического уравнения. Применение в теоретической физике.				
ИТОГО по 5-му семестру	23	0	27	54
ИТОГО по дисциплине	23	0	27	54

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Уравнения в частных производных первого порядка.
2	Уравнения в частных производных второго порядка. Приведение к каноническому виду.
3	Волновое уравнение. Метод характеристик. Формула Д'Аламбера.
4	Задача на полуоси. Первая, вторая и третья краевые задачи. Вынужденные колебания, обобщенная формула Д'Аламбера. Метод подбора по правой части.
5	Задача Штурма-Лиувилля. Теорема Стеклова.
6	Решение волнового уравнения на отрезке методом разделения переменных.
7	Решение параболического уравнения на отрезке методом разделения переменных.
8	Решение уравнения теплопроводности для бесконечного и полубесконечного стержня по формуле Пуассона.
9	Уравнения эллиптического типа. Решение задач Дирихле и Неймана для прямоугольных областей.
10	Решение внутренней и внешней задачи Дирихле для круговых областей.

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование темы практического (семинарского) занятия</b>
11	Функция Грина, потенциал.

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

<b>№ п/п</b>	<b>Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)</b>	<b>Количество экземпляров в библиотеке</b>
<b>1. Основная литература</b>		
1	Араманович И. Г., Левин В. И. Уравнения математической физики : учебное пособие для втузов. Стер. Москва : Альянс, 2021. 287 с. 15,12 усл. печ. л.	11
2	Бицадзе А. В., Калининченко Д. Ф. Сборник задач по уравнениям математической физики : учебное пособие для вузов. 2-е изд., доп.- Стер. Москва : Альянс, 2017. 310 с.	16
3	Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики : учебник для вузов. 7-е изд. Москва : Изд-во МГУ : Наука, 2004. 798 с.	82

<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Мышкис А. Д. Лекции по высшей математике : учебное пособие. 6-е изд., испр. Санкт-Петербург : Лань, 2009. 688 с.	35
2	Никифоров А. Ф. Лекции по уравнениям и методам математической физики : учебное пособие для вузов. Долгопрудный : Интеллект, 2009. 133 с.	20
3	Сборник задач по уравнениям математической физики / Владимиров В. С., Вашарин А. А., Каримова Х. Х., Михайлов В. П., Сидоров Ю. В., Шабунин М. И. 4-е изд., стер. Москва : Физматлит, 2004. 287 с.	21
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Гараев К. Г. Элементы математической? физики, вариационного исчисления и оптимального управления / К.Г. Гараев. - Казань: КНИТУ-КАИ, 2017.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-193453">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-193453</a>	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Корнеев В. С. Методы математической? физики. Основные уравнения и задачи / В.С. Корнеев. - Новосибирск: СГУТиТ, 2020.	<a href="https://e.lanbook.com/book/222353">https://e.lanbook.com/book/222353</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

#### **6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

#### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Мультимедиа-проектор	1
Лекция	Ноутбук	1
Практическое занятие	Мультимедиа-проектор	1
Практическое занятие	Ноутбук	1

#### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе
------------------------------