

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий математики и механики

---

УТВЕРЖДЕНО  
президиумом Ученого совета ННГУ  
от 14.12.2021 г. протокол № 4

**Рабочая программа дисциплины**

**Уравнения математической физики**

---

Уровень высшего образования

**Бакалавриат**

---

Направление подготовки

**01.03.02 Прикладная математика и информатика**

---

Направленность образовательной программы

**Математическое моделирование и вычислительная математика**

---

Форма обучения

**очная**

---

Нижний Новгород

2022 год

## 1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к обязательной части.

Код дисциплины Б1.О.25 «Уравнения математической физики».

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Обязательная часть	Дисциплина Б1.О.25 «Уравнения математической физики» относится к обязательной части ООП направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика».

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
<b>ПК-1.</b>  Способен решать актуальные задачи прикладной математики и информатики	<b>ПК-1.1.</b>  Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и естественных наук и информационных технологий для решения актуальных задач прикладной математики и информатики	<i><b>Знать:</b> основные факты из математического анализа, геометрии и алгебры и других дисциплин, на которые опирается изучение уравнений математической физики</i>	Собеседование
	<b>ПК-1.2.</b>  Умеет применять базовые знания математических и естественных наук и информационных технологий для решения актуальных задач прикладной математики и информатики	<i><b>Уметь:</b> решать математические задачи и проблемы методами математической физики, аналогичные ранее изученным:</i> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Уметь определять тип уравнения в частных производных</li> <li>2. Приводить уравнение к каноническому виду;</li> <li>3. Решать типовые начально-краевые задачи методом разделения переменных (метод Фурье);</li> <li>4. Решать типовые задачи методом Даламбера</li> <li>5. Решать задачи с использованием специальных функций. Знать основные свойства специальных функций.</li> <li>6. Доказывать ранее изученные в рамках дисциплины математические утверждения;</li> <li>7. Проводить доказательства</li> </ol>	Собеседование  Контрольная работа

		<i>математических утверждений не аналогичных ранее изученным, но тесно примыкающих к ним.</i>	
	<p><b>ПК-1.3.</b></p> <p>Имеет практический опыт решения актуальных задач прикладной математики и информатики</p>	<p><b>Владеет:</b></p> <p>Основными принципами, фактами, понятиями, аналитическими и численными методами, изучаемыми в дисциплине, включая разделы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поперечные колебания струны.</li> <li>2. Распространение тепла в твердом теле.</li> <li>3. Уравнения гидродинамики и акустики.</li> <li>4. Корректность постановок задач математической физики. Пример Адамара некорректно поставленной задачи.</li> <li>5. Классификация и приведение к каноническому виду уравнений в частных производных второго порядка с двумя независимыми переменными</li> <li>6. Решение задачи о свободных поперечных колебаниях струны методом разделения переменных (методом Фурье). Физическая интерпретация решения.</li> <li>7. Общая схема метода Фурье решения однородной начально-краевой задачи для гиперболического (параболического) уравнения.</li> <li>8. решение методом Фурье неоднородной начально-краевой задачи для гиперболического (параболического) уравнения.</li> <li>9. Задача Штурма-Лиувилля. Функция Грина этой задачи и ее свойства. Интегральное представление функций через функцию Грина. Приведение задачи Штурма-Лиувилля к интегральному уравнению.</li> <li>10. Свойства собственных значений и собственных функций задачи Штурма-Лиувилля, теоремы Стеклова.</li> <li>11. Обоснование классического решения начально-краевой задачи методом Фурье.</li> <li>12. Теорема единственности решения начально-краевой задачи для гиперболического уравнения.</li> <li>13. Задача Коши для уравнения колебаний струны. Формула и метод Даламбера решения этой задачи.</li> <li>14.. Решение методом Даламбера задач о колебании полубесконечной и конечной струны. Дисперсия волн.</li> <li>15. Решение трехмерного волнового уравнения в виде сферических волн.</li> <li>16. Задача Коши для трехмерного волнового уравнения, формула Пуассона.</li> </ol>	<p>Собеседование</p> <p>Контрольная работа</p> <p>Задача (практическое задание)</p>

		<p><i>Метод редукции.</i></p> <p>17. Задача Коши для трехмерного уравнения теплопроводности. Понятие об интегральных преобразованиях. Преобразование Фурье и его применение к задаче Коши. Функция Грина этой задачи.</p> <p>18. Определение и свойства обобщенных функций в смысле Соболева-Шварца. Дельта-функция Дирака.</p> <p>19. Импульсные воздействия, их модели для уравнений гиперболического и параболического типа.</p> <p>20. Обобщенные решения начально-краевых задач.</p> <p>21. Гармонические функции и их свойства. Принцип максимума и его следствия.</p> <p>22. Теоремы единственности и устойчивости решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа.</p> <p>23. Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа с помощью функции Грина. Свойства функции Грина этой задачи.</p> <p>24. Решение задачи Дирихле для шара, интеграл Пуассона.</p> <p>25. Задача Неймана для уравнения Лапласа. Теорема единственности, решение через функцию Грина.</p> <p><b>Владеет:</b></p> <p>1. терминологией предметной области;</p> <p>2. приемами аналитического решения задач и интерпретации результатов.</p> <p>3. навыками поиска информации в рамках предметной области в сети Интернет и других источниках.</p> <p>4. навыками использования универсальных математических пакетов для выполнения расчетов;</p> <p>5. навыками интерпретации результатов численного исследования</p>	
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Трудоемкость дисциплины

	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>8 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>288</b>
<b>в том числе</b>	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	<b>163</b>
- занятия лекционного типа	64
- занятия семинарского типа	64
- занятия лабораторного типа	32
- текущий контроль (КСР)	3

самостоятельная работа	89
Промежуточная аттестация – зачет и экзамен	36

### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы. Из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
6 семестр:						
<b>Раздел 1. Введение. Постановка задач с уравнениями математической физики.</b> 1.1. Вводная часть. Обзор основных разделов курса. Некоторые вопросы истории и примеры. 1.2. Вывод основных уравнений математической физики Уравнение поперечных колебаний струны и продольных колебаний стержня. Электромагнитное поле и сведение уравнений Максвелла к волновым уравнениям. Распространение тепла и уравнение теплопроводности. Основные граничные условия. 1.3. Постановка начально-краевых и граничных задач. Корректность задачи и пример Адамара	33	10	10	4	24	9
<b>Раздел 2. Элементарные методы решения основных задач.</b> 2.1. Метод бегущих волн. Формула Даламбера. 2.2. Метод продолжения в задачах на полупрямой. 2.3. Элементы анализа размерности и построение автомодельных решений в задачах с уравнением теплопроводности. 2.4. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности и формула Пуассона решения задачи с уравнением теплопроводности на прямой. 2.5. Метод продолжения в задачах с уравнением теплопроводности на полупрямой и отрезке.	36	12	10	5	27	9
<b>Раздел 3. Метод Фурье и теория оператора Штурма-Лиувилля.</b> 3.1. Схема метода Фурье. Построение собственного базиса. Обобщенный ряд Фурье. Примеры. 3.2. Явление резонанса. Коэффициенты обобщенного ряда Фурье в резонансном случае. 3.3. Оператор Штурма-Лиувилля. Его собственные функции и собственные значения. Их свойства. Вещественность собственных значений. Ортогональность собственных функций.	35	10	12	7	29	9

<p>3.4. Обращение оператора Штурма-Лиувилля. Построение обратного оператора. Собственные функции и собственные значения обратного оператора. Неравенство Бесселя. Локализация собственных значений оператора Штурма-Лиувилля.</p> <p>3.5. Итерированные ядра и степени обратного оператора. Теорема о разложении итерированных ядер в ряд по собственным функциям оператора Штурма-Лиувилля.</p> <p>3.6. Функции, представленные через ядро. Теорема Гильберта-Шмидта. Теорема Стеклова и обоснование метода Фурье.</p>						
Текущий контроль (КСР)	1				1	
<b>Промежуточная аттестация - зачет</b>						
<b>7 семестр</b>						
<p><b>Раздел 4. . Начально-краевые задачи в пространстве <math>2x</math> и <math>3x</math> измерений.</b></p> <p>4.1. Постановка основных задач.</p> <p>4.2. Проекционный метод Фурье. Построение обобщенных рядов Фурье по собственным функциям оператора. Свойства собственных функций и собственных значений оператора Лапласа.</p> <p>4.3. Примеры решения типовых задач. Задачи о колебаниях круглой и прямоугольной мембран. Задачи о колебаниях объемов. Задачи теплопроводности в пространстве <math>2-x</math> и <math>3-x</math> измерений</p>	51	10	10	10	30	21
<p><b>Раздел 5. Теория специальных функций.</b></p> <p>5.1. Разделение переменных в задаче о собственных функциях оператора Лапласа в цилиндрических координатах.</p> <p>5.2. Функции Бесселя и Неймана. Общие цилиндрические функции.</p> <p>5.3. Ортогональность цилиндрических функций.</p> <p>5.4. Разложение в ортогональный ряд по функциям Бесселя.</p> <p>5.5. Разделение переменных в задаче о собственных функциях оператора Лапласа в сферической системе координат.</p> <p>5.6. Полиномы Лежандра. Общие ортогональные многочлены и их свойства.</p> <p>5.7. Общие сферические функции и разложение в ряд по сферическим функциям.</p> <p>5.8. Шаровые функции и их свойства.</p>	51	12	12	6	30	21
<p><b>Раздел 6. Теория потенциала.</b></p> <p>6.1. Основные задачи с уравнениями эллиптического типа. Задачи Дирихле и Неймана. Электростатические аналогии.</p> <p>6.2. 2-я теорема Грина. Функция Грина и представление решений задач Дирихле и Неймана с помощью функций Грина.</p>	40	10	10	0	20	20

6.3. Примеры построения функций Грина. 6.4. Основное интегральное соотношение теории гармонических функций. 6.5. Потенциалы простого и двойного слоя.						
<b>Текущий контроль (КСР)</b>	<b>2</b>				<b>2</b>	
<b>Промежуточная аттестация – экзамен/</b>	<b>36</b>					
<b>Итого за 6 и 7 семестры</b>	<b>288</b>	<b>64</b>	<b>64</b>	<b>32</b>	<b>163</b>	<b>89</b>

Текущий контроль успеваемости реализуется в форме опросов на занятиях семинарского типа. Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (зачет, экзамен).

### 3.3. Подготовка к выполнению работ лабораторного практикума

**Порядок подготовки и проведения.** Лабораторный практикум включает ряд тем, освоение которых предполагает самостоятельное предварительное изучение студентами дополнительного теоретического материала, выходящего за пределы материала, представленного в лекциях.

Проведение лабораторного практикума включает две части: во-первых, дискуссионно-семинарское обсуждение круга поставленных в работе проблем, обсуждение индивидуальных заданий; во-вторых, экспериментально-исследовательская часть, заканчивающаяся обсуждением и сопоставлением полученных результатов.

#### Темы лабораторного практикума

##### 1. *Обобщенные ряды Фурье*

Лабораторная работа предназначена для закрепления знаний и приобретения практических навыков по разделу "Обобщенные ряды Фурье", который включает в себя главы классического и функционального анализа. Цель работы: подготовить фундаментальную базу для изучения основополагающего метода в курсе УМФ – метода Фурье. Рассматривается простейшая задача Штурма-Лиувилля, которая появляется, например, при решении задачи о продольных колебаниях конечного стержня с граничными условиями I – III рода. Для обоснования метода применяется классическая теорема Стеклова.

##### 2. *Поперечные колебания струны в среде без сопротивления*

Лабораторная работа предназначена для развития интуиции, способствующей более глубокому пониманию колебательных процессов в физических системах. Рассматривается смешанная краевая задача для простейших уравнений гиперболического типа: изучаются собственные и вынужденные колебания (в частности, наблюдается явление резонанса), а также метода бегущих волн (метод Даламбера) для полуограниченной струны.

##### 3. *Распространение тепла в конечном стержне*

Лабораторная работа предназначена для развития интуиции, способствующей более глубокому пониманию процессов распространения тепла в физических системах. Рассматривается смешанная краевая задача для одномерных уравнений параболического типа. Предусматривается возможность моделирования различных типов задач с учетом физических особенностей тела, а также при условии конвективного теплообмена с окружающей средой по закону Ньютона на боковой поверхности. В процессе выполнения лабораторной работы исследуется вклад начальных и граничных условий и неоднородностей, как в уравнении, так и в граничных условиях, в стационарный режим. Демонстрируется физический смысл функции Грина.

##### 4. *Специальные функции*

Данная лабораторная работа является непосредственным обобщением и продолжением лабораторной работы №1 и предназначена для закрепления знаний, полученных на лекционных и практических занятиях, посвященных специальным функциям и их применению в задачах математической физики. Рассматриваются специальные функции (функции Бесселя I и II родов, классические ортогональные многочлены, такие как полиномы Лежандра, Чебышева и другие), возникающие в физических задачах с отличными от стандартных граничными условиями.

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины «Уравнения математической физики» включает выполнение заданий под контролем преподавателя, решение домашних заданий и подготовку к экзамену

Ниже приводятся виды самостоятельной работы студентов, порядок их выполнения и контроля, приводится учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы по ее отдельным видам и разделам дисциплины.

##### Виды самостоятельной работы студентов:

- проработка теоретического материала лекционных занятий;
  - подготовка к выполнению работ лабораторного практикума;
  - подготовка к выполнению письменных контрольных работ;
  - подготовка к предварительной аттестации в форме зачета;
- подготовка к промежуточной аттестации в форме экзамена

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

#### 5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

##### 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено		Зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала.  Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минималь-	При решении стандартных	Продемонстрированы	Продемонстрированы все	Продемонстрированы все	Продемонстрированы все	Продемонстрированы все



	ных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

### Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

## 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

### 5.2.1. Контрольные вопросы по теории для экзамена

Вопросы	Код формируемой компетенции
Поперечные колебания струны	ПК-1
Распространение тепла в твердом теле.	ПК-1
Уравнение продольных колебаний стержня.	ПК-1
Уравнение продольных колебаний стержня.	ПК-1
Классификация и приведение к каноническому виду уравнений частных производных второго порядка с двумя независимыми переменными.	ПК-1
Решение задачи о свободных поперечных колебаниях струны методом разделения переменных (методом Фурье). Физическая интерпретация решения.	ПК-1
Общая схема метода Фурье решения однородной начально-краевой задачи для гиперболического (параболического) уравнения.	ПК-1
Решение методом Фурье неоднородной начально-краевой задачи для гиперболического (параболического) уравнения.	ПК-1
Задача Штурма-Лиувилля. Функция Грина этой задачи и ее свойства. Интегральное представление функций через функцию Грина. Приведение задачи Штурма-Лиувилля к интегральному уравнению.	ПК-1
Свойства собственных значений и собственных функций задач Штурма-Лиувилля, теоремы Стеклова	ПК-1
Свойства собственных значений и собственных функций задач Штурма-Лиувилля, теоремы Стеклова	ПК-1
Теорема единственности решения начально-краевой задачи для гиперболического уравнения	ПК-1
Теорема единственности решения начально-краевой задачи для гиперболического уравнения	ПК-1
Решение методом Даламбера задач о колебаниях полубесконечной и конечной струны. Дисперсия волн.	ПК-1
Решение трехмерного волнового уравнения в виде сферических волн.	ПК-1
Задача Коши для трехмерного волнового уравнения, формулы Пуассона. Метод редукции	ПК-1
Задача Коши для трехмерного уравнения теплопроводности. Понятие об интегральных преобразованиях. Преобразование Фурье и его применение к задаче Коши. Функция Грина этой задачи.	ПК-1
Определение и свойства обобщенных функций в смысле	ПК-1

Соболева-Шварца. Дельта-функция Дирака	
Импульсные воздействия, их модели для уравнений гиперболического и параболического типа.	ПК-1
Гармонические функции и их свойства. Принцип максимума и его следствия.	ПК-1
Теоремы единственности и устойчивости решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа.	ПК-1
Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа с помощью функции Грина. Свойства функции Грина этой задачи.	ПК-1
Решение задачи Дирихле для шара. Метод электростатических изображений.	ПК-1
Задача Неймана для уравнения Лапласа. Теорема единственности, решение через функцию Грина.	ПК-1

### 5.2.2. Вопросы к зачёту по дисциплине «Уравнения математической физики»

Вопрос	Код компетенции (согласно РПД)
1. Поперечные колебания струны.	ПК-1
2. Распространение тепла в твердом теле.	ПК-1
3. Уравнение продольных колебаний стержня.	ПК-1
4. Корректность постановок задач математической физики. Пример Адамара некорректно поставленной задачи.	ПК-1
5. Классификация и приведение к каноническому виду уравнений в частных производных второго порядка с двумя независимыми переменными.	ПК-1
6. Решение задачи о свободных поперечных колебаниях струны методом разделения переменных (методом Фурье). Физическая интерпретация решения.	ПК-1
7. Общая схема метода Фурье решения однородной начально-краевой задачи для гиперболического (параболического) уравнения.	ПК-1
8. Решение методом Фурье неоднородной начально-краевой задачи для гиперболического (параболического) уравнения.	ПК-1
9. Задача Штурма-Лиувилля. Функция Грина этой задачи и ее свойства. Интегральное представление функций через функцию Грина. Приведение задачи Штурма-Лиувилля к интегральному уравнению.	ПК-1
10. Свойства собственных значений и собственных функций задачи Штурма-Лиувилля, теоремы Стеклова.	ПК-1
11. Обоснование классического решения, полученного методом Фурье для начально-краевой задачи.	ПК-1
12. Теорема единственности решения начально-краевой задачи для гиперболического уравнения	ПК-1
13. Задача Коши для уравнения колебаний струны. Формула и метод Даламбера решения этой задачи.	ПК-1
14. Решение методом Даламбера задач о колебаниях полубесконечной и конечной струны. Дисперсия волн.	ПК-1

15. Решение трехмерного волнового уравнения в виде сферических волн.	ПК-1
16. Задача Коши для трехмерного волнового уравнения, формула Пуассона. Метод редукции.	ПК-1
17. Задача Коши для трехмерного уравнения теплопроводности. Понятие об интегральных преобразованиях. Преобразование Фурье и его применение к задаче Коши. Функция Грина этой задачи.	ПК-1
18. Определение и свойства обобщенных функций в смысле Соболева-Шварца. Дельта-функция Дирака.	ПК-1
19. Импульсные воздействия, их модели для уравнений гиперболического и параболического типа.	ПК-1
20. Гармонические функции и их свойства. Принцип максимума и его следствия.	ПК-1
Гармонические функции и их свойства. Принцип максимума и его следствия.	ПК-1
21. Теоремы единственности и устойчивости решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа	ПК-1
22. Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа с помощью функции Грина. Свойства функции Грина этой задачи.	ПК-1
23. Решение задачи Дирихле для шара, интеграл Пуассона	ПК-1

### 5.2.3. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-1

- Что значит поставленная задача математической физики?
- Основные типы уравнений математической физики.
- Основные типы граничных условий.
- Задача Коши с волновым уравнением на прямой, её формулировка.
- Формула Даламбера.
- Задача Коши с волновым уравнением на полупрямой, её формулировка.
- Решение задачи Коши на полупрямой с граничными условиями 1 и 2 рода методом продолжения.
- Что такое формула размерности?
- Сформулировать «П-теорему».
- Что такое автомодельное решение? Привести примеры.
- Сформулировать задачу Штурма-Лиувилля.

### 5.2.4.5.2.3. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ПК-1

*Пример типового задания для контрольной работы 1.*

Найти решение начально-краевой задачи:

1.

$$u_t = \kappa u_{xx} + f(x); \quad x \in [0, l]$$

$$u(0, t) = \alpha t; \quad u_x(l, t) = 0 \quad u(x, 0) = 0$$

2.

$$u_t = \kappa u_{xx} + A \sin \omega t; \quad x \in [0, l]$$

$$u(0, t) = 0; \quad u_x(l, t) = q = \text{const} \quad u(x, 0) = 0$$

*Пример типовых заданий для контрольной работы 2*

Найти решение начально-краевой задачи в кольце  $a \leq r \leq b$ .

1.

$$u_t = \kappa \Delta u + f(r);$$

$$u(a, \phi, t) = A \sin \omega t; \quad u_r(b, \phi, t) = 0; \quad u(r, \phi, 0) = 0$$

2.

$$u_t = \kappa \Delta u + A \sin \omega t;$$

$$u(a, \phi, t) = u_0 = \text{const}; \quad u_r(b, \phi, t) = 0; \quad u(r, \phi, 0) = 0$$

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. – М: Наука, 1977. (60 экз.)
2. Будак Б. М., Самарский А. А., Тихонов А. Н. - Сборник задач по математической физике: учеб. пособие для студентов ун-тов. - М.: Наука, 1980. (более 130 экз)
3. Владимиров В.С, Жаринов В.В. Уравнения математической физики. - М.: Физматлит, 2008. – Электронная библиотека технического ВУЗа ЭБС "Консультант студента", UTL: <http://www.studentlibrary.ru/>
4. Годунов С.К. Уравнения математической физики. М.- 1979 г. (63 экз)
5. Кошляков Н.С., Глинер Э.Б., Смирнов М.М. Уравнения в частных производных. – М.: Высшая школа, 1970. (80 экз.)

б) дополнительная литература:

1. Дерендяев Н.В., Калинин А.В. Проекционный метод Фурье. 2012. 76с. Электронный документ, URL: <http://www.unn.ru/pages/e-library/methodmaterial/files/derk.pdf> – режим доступа – свободный.
2. Владимиров В.С. Уравнения математической физики. - М: Наука, 1988. (57 экз.)

в) интернет-источники и программное обеспечение

1. Уравнения математической физики <https://online.edu.ru/public/course?cid=4192>
2. Суслова И.Б., Баденко Г.В. «Математическая физика». —Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. [Электронный ресурс]. // Современная цифровая образовательная среда РФ. [сайт]. URL: <https://online.edu.ru/public/course?cid=4192>
3. При проведении лабораторных работ используется лицензионное программное обеспечение в виде универсальных математических пакетов, установленных в лаборатории 220 кафедры ТУиДС, корп.2, а также учебно-исследовательские компьютерные программы с открытым кодом, разработанные сотрудниками кафедры ТУиДС с использованием лицензионных средств разработки C++Builder 2006.

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: лекционных аудиторий, оборудованных доской и мобильным местом лектора с возможностью компьютерных демонстраций, аудиторий для проведения практических занятий и консультаций, оборудованных доской.

Имеются компьютерные классы для выполнения лабораторных работ на 12 и 19 рабочих мест с установленным лицензионным программным обеспечением нужной комплектации (лаборатория 220, 218 кафедры ТУиДС, корп.2). Презентационное оборудование для проведения обсуждений и компьютерных демонстраций (лаборатории 218 и 220 кафедры ТУиДС, корп.2).

Наличие рекомендованной литературы.

Учебные помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ.

Лицензионное и свободное программное обеспечение:

- 1. Операционные системы семейства Microsoft Windows, – лицензия по подписке Microsoft Imagine;
- 2. Комплекс учебно-исследовательских программ по дисциплине «Уравнения математической физики», установленных в лаб. 220(2), 218(2) – разработанных в лаборатории «Динамика и оптимизация» каф. ТУиДС ИИТММ; разработка выполнена с использованием среды разработки C++Builder 2006 (приобретена в 2006/2007 гг при выполнении нац. проекта «Образование», ключ у системного администратора);
- Математический пакет MatLab, – лицензионное ПО приобретено в 2006/2007 гг при выполнении нац. проекта «Образование», бессрочная лицензия, ключ у системного администратора.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Автор (ы), д.ф.-м.н., профессор \_\_\_\_\_ проф. Дерендяев Н.В.

Рецензент (ы) \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой ТУиДС, д.ф.-м.н. \_\_\_\_\_ Осипов Г.В.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики

от 01.12.2021 года, протокол № 2.