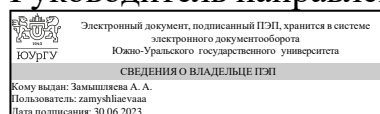


УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



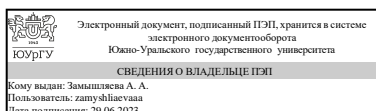
А. А. Замышляева

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.22 Уравнения математической физики
для направления 01.03.02 Прикладная математика и информатика
уровень Бакалавриат
форма обучения очная
кафедра-разработчик Прикладная математика и программирование

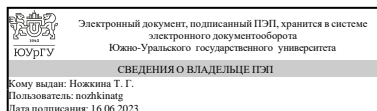
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 9

Зав.кафедрой разработчика,
д.физ.-мат.н., проф.



А. А. Замышляева

Разработчик программы,
старший преподаватель



Т. Г. Ножкина

1. Цели и задачи дисциплины

Цель курса "Уравнения математической физики" заключается в изучении студентами основных классов уравнений математической физики, свойств их решений, а также в приобретении навыков применения полученных знаний на практике в рамках прикладных задач и научных исследований.

Краткое содержание дисциплины

В курсе изучаются основы классической теории уравнений математической физики. Дается понятие классического решения уравнений в частных производных. Рассматривается классификация уравнений математической физики относящихся к классу уравнений второго порядка. Формулируются основные постановки задач для уравнений в частных производных, встречающихся в математической физике: задачи Коши и различных типов начально-краевых задач для волнового уравнения и уравнения теплопроводности, различных типов краевых задач для уравнений Лапласа и Пуассона. Изучаются основные методы решения уравнений гиперболического, эллиптического и параболического типов. При этом основное внимание уделяется методу Фурье как одному из главных методов решения начально-краевых задач. Отдельно рассматривается метод характеристик, метод функции Грина и теория потенциала.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	Знает: методы решений уравнений математической физики Умеет: модифицировать алгоритмы решения уравнений математической физики в зависимости от краевых и начальных условий

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.15 Численные методы	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.О.15 Численные методы	Знает: классические численные методы решения задач вычислительной математики Умеет: оценивать сложность и эффективность численных методов, применяемых в решении профессиональных задач Имеет практический опыт: разработки и анализа математических моделей и алгоритмов решения задач

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч., 142,75 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	6
Общая трудоёмкость дисциплины	216	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	128	64	64
Лекции (Л)	64	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	64	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	73,25	37,75	35,5
Подготовка к экзамену	15,5	0	15,5
Подготовка к зачету	7,75	7,75	0
Подготовка к контрольным мероприятиям в 6 семестре	20	0	20
Подготовка к контрольным мероприятиям в 5 семестре	30	30	0
Консультации и промежуточная аттестация	14,75	6,25	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Классификация уравнений в частных производных и основные классы задач математической физики	30	14	16	0
2	Задача Коши для волнового уравнения	12	6	6	0
3	Метод Фурье решения начально-краевых задач для уравнений гиперболического типа	22	12	10	0
4	Метод Фурье решения начально-краевых задач для уравнений параболического типа	20	14	6	0
5	Задача Коши для уравнения теплопроводности	8	4	4	0
6	Метод Фурье решения уравнения Лапласа и Пуассона	16	6	10	0
7	Методы потенциала и функции Грина решения уравнения Лапласа и Пуассона	20	8	12	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Общее понятие уравнения в частных производных и его классического решения. Примеры дифференциальных уравнений в частных производных в задачах математической физики.	2

2-4	1	Классификация линейных уравнений в частных производных второго порядка. Примеры уравнений гиперболического, параболического, эллиптического типа в математической физике. Понятие характеристик для уравнения в частных производных.	6
5	1	Классификация линейных уравнений в частных производных в случае многих переменных. Пример многомерных уравнений, используемых в физике.	2
6	1	Постановки основных задач для уравнений в частных производных. Понятия задачи Коши и начально-краевой задачи для уравнений параболического и эллиптического типа, краевой задачи для уравнений эллиптического типа.	2
7	1	Корректность задач математической физики. Примеры некорректно поставленных задач (задачи не имеющие решения, задачи с неединственным решением, пример Адамара)	2
8	2	Постановка и решение задачи Коши для одномерного волнового уравнения. Вывод формулы Даламбера (случаи однородного и неоднородного уравнений на прямой). Понятие характеристик гиперболического уравнения.	2
9	2	Обоснование корректности решения задачи Коши - существование и единственность решения в заданном классе, его непрерывная зависимость от начальных и граничных условий.	2
10	2	Решение задачи Коши для одномерного волнового уравнения на полуоси в случае закрепленного и свободного концов	2
11	3	Постановка начально-краевой задачи для однородного и неоднородного волнового уравнения на отрезке. Формальное решение задачи методом Фурье. Понятие задачи Штурма-Лиувилля, базиса собственных функций и собственных значений дифференциального оператора.	2
12-13	3	Обоснование корректности решения начально-краевой задачи: существование и единственность решения в заданном классе, его непрерывная зависимость от начальных и граничных условий	4
14	3	Случай начально-краевой задачи с неоднородными граничными условиями. Примеры рассмотренных типов задач из физики.	2
15-16	3	Постановка начально краевой задачи для волнового уравнения в прямоугольнике. Формальное решение задачи методом Фурье при различных граничных условиях (однородные граничные условия первого и второго рода, неоднородные граничные условия) Постановка начально-краевой задачи для волнового уравнения в круге. Формальное решение задачи методом Фурье. Функции Бесселя: основные свойства, использование функций Бесселя первого рода в качестве базиса собственных функций.	4
17-18	4	Постановка начально-краевой задачи для уравнения теплопроводности на отрезке. Формальное решение задачи методом Фурье.	4
19-20	4	Обоснование корректности решения начально-краевых задач для уравнения теплопроводности: существование и единственность решений в заданном классе, непрерывная зависимость решения от начальных и граничных условий. Принцип максимума для уравнения теплопроводности.	4
21	4	Начально-краевая задач для уравнения теплопроводности с неоднородными граничными условиями. Примеры рассмотренных типов задач из физики.	2
22-23	4	Постановка начально-краевых задач для уравнения теплопроводности на плоскости (в прямоугольнике и круге). Формальное решение задач методом Фурье.	4
24-25	5	Постановка задачи Коши для уравнения теплопроводности в одномерном и многомерном случаях. Решение задачи Коши для одномерного и многомерного уравнения теплопроводности методом преобразования Фурье.	4
26-27	6	Постановка краевых задач для уравнений Лапласа и Пуассона на плоскости (в прямоугольнике и круге). Понятие внешней и внутренней краевых задач. Формальное решение задач методом Фурье с различными граничными	4

		условиями.	
28	6	Постановка внешней и внутренней краевых задач для уравнения Лапласа и Пуассона в шаре. Формальное решение задач методом Фурье. Сферические функции.	2
29-30	7	Метод потенциала решения уравнений Лапласа и Пуассона на плоскости и в пространстве. Основные понятия и утверждения теории обобщенных функций.	4
31-32	7	Определение и свойства функции Грина. Построение решений краевых задач для уравнений Лапласа и Пуассона с помощью функции Грина	4

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1-3	1	Решение основных типов обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных первого порядка, встречающихся в курсе уравнений математической физики. Контрольная работа 1.	6
4-5	1	Классификация линейных уравнений в частных производных второго порядка с двумя независимыми переменными	4
6	1	Классификация линейных уравнений в частных производных второго порядка со многими независимыми переменными	2
7	1	Нахождение общего решения дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка	2
8	1	Контрольная работа 2	2
9-10	2	Решение задачи Коши для волнового уравнения на прямой и луче с граничным условием на искомую функцию или ее производную	4
11	2	Контрольная работа 3	2
12-13	3	Решение начально-краевой задачи для одномерного волнового уравнения и уравнения теплопроводности на отрезке с различными типами граничных условий	4
14	3	Контрольная работа 4	2
15	3	Решение начально-краевой задачи для двумерного волнового уравнения в прямоугольнике с различными типами граничных условий.	2
16	3	Решение начально-краевой задачи для двумерного волнового уравнения в круге с различными типами граничных условий.	2
17-18	4	Решение задачи Коши для уравнения теплопроводности	4
19	4	Контрольная работа 5	2
20-21	5	Решение задачи Коши для волнового уравнения и уравнения теплопроводности на плоскости и в пространстве.	4
22-23	6	Краевая задача для уравнений Лапласа и Пуассона на плоскости (в прямоугольнике, в\вне круга и кольце)	4
24-25	6	Краевая задача для уравнений Лапласа и Пуассона на плоскости (в прямоугольнике, в\вне круга и кольце)	4
26	6	Контрольная работа 6	2
27-28	7	Решение уравнения Пуассона на плоскости и в пространстве методом потенциала	4
29-31	7	Решение краевых задач для уравнения Лапласа и Пуассона методом функции Грина.	6
32	7	Контрольная работа 7	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к экзамену	ПУМД, метод. лит. [1]; ЭУМД, осн. лит. [1], [3]; ЭУМД, доп. лит. [2].	6	15,5
Подготовка к зачету	ПУМД, метод. лит. [1]; ЭУМД, осн. лит. [1], [3]; ЭУМД, доп. лит. [2].	5	7,75
Подготовка к контрольным мероприятиям в 6 семестре	ПУМД, метод. лит. [1]; ЭУМД, осн. лит. [1], [3].	6	20
Подготовка к контрольным мероприятиям в 5 семестре	ПУМД, метод. лит. [1]; ЭУМД, осн. лит. [1], [3].	5	30

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	5	Текущий контроль	КМ-1. Контрольная работа 1	1	25	Контрольная работа включает в себя 5 заданий. Максимальная оценка каждого из заданий - 5 баллов. При выставлении балла используются следующие критерии оценивания. 5 баллов: задача решена верно, ход решения изложен полностью, без пробелов; 4 балла: задача решена верно, однако в решении присутствуют незначительные ошибки (описки, ошибки в вычислениях). 3 балла: задача решена качественно верно, однако в решении присутствуют ошибки, либо в решении пропущены важные логические элементы рассуждений. 2 балла: выбран верный ход решения, однако конечный ответ ошибочен, поскольку решение содержит грубые ошибки; 1 балл: назван верный алгоритм решения задачи, но выкладки отсутствуют либо полностью ошибочны. 0 баллов: решение задачи отсутствует.	зачет

2	5	Текущий контроль	КМ-2. Контрольная работа 2	1	25	<p>Контрольная работа включает в себя 5 заданий. Максимальная оценка каждого из заданий - 5 баллов. При выставлении балла используются следующие критерии оценивания.</p> <p>5 баллов: задача решена верно, ход решения изложен полностью, без пробелов;</p> <p>4 балла: задача решена верно, однако в решении присутствуют незначительные ошибки (описки, ошибки в вычислениях).</p> <p>3 балла: задача решена качественно верно, однако в решении присутствуют ошибки, либо в решении пропущены важные логические элементы рассуждений.</p> <p>2 балла: выбран верный ход решения, однако конечный ответ ошибочен, поскольку решение содержит грубые ошибки;</p> <p>1 балл: назван верный алгоритм решения задачи, но выкладки отсутствуют либо полностью ошибочны.</p> <p>0 баллов: решение задачи отсутствует.</p>	зачет
3	5	Текущий контроль	КМ-3. Контрольная работа 3	1	25	<p>Контрольная работа включает в себя 5 заданий. Максимальная оценка каждого из заданий - 5 баллов. При выставлении балла используются следующие критерии оценивания.</p> <p>5 баллов: задача решена верно, ход решения изложен полностью, без пробелов;</p> <p>4 балла: задача решена верно, однако в решении присутствуют незначительные ошибки (описки, ошибки в вычислениях).</p> <p>3 балла: задача решена качественно верно, однако в решении присутствуют ошибки, либо в решении пропущены важные логические элементы рассуждений.</p> <p>2 балла: выбран верный ход решения, однако конечный ответ ошибочен, поскольку решение содержит грубые ошибки;</p> <p>1 балл: назван верный алгоритм решения задачи, но выкладки отсутствуют либо полностью ошибочны.</p> <p>0 баллов: решение задачи отсутствует.</p>	зачет
4	5	Текущий контроль	КМ-4. Контрольная работа 4	1	25	<p>Контрольная работа включает в себя 5 заданий. Максимальная оценка каждого из заданий - 5 баллов. При выставлении балла используются следующие критерии оценивания.</p> <p>5 баллов: задача решена верно, ход решения изложен полностью, без пробелов;</p> <p>4 балла: задача решена верно, однако в решении присутствуют незначительные</p>	зачет

						<p>ошибки (описки, ошибки в вычислениях). 3 балла: задача решена качественно верно, однако в решении присутствуют ошибки, либо в решении пропущены важные логические элементы рассуждений. 2 балла: выбран верный ход решения, однако конечный ответ ошибочен, поскольку решение содержит грубые ошибки; 1 балл: назван верный алгоритм решения задачи, но выкладки отсутствуют либо полностью ошибочны. 0 баллов: решение задачи отсутствует.</p>	
5	5	Промежуточная аттестация	КМ-5. Зачёт	-	45	<p>Зачетная работа состоит из девяти задач. Максимальная оценка за каждую из задач - 5 баллов. При выставлении балла используются следующие критерии оценивания. 5 баллов: задача решена верно, ход решения изложен полностью, без пробелов; 4 балла: задача решена верно, однако в решении присутствуют незначительные ошибки (описки, ошибки в вычислениях). 3 балла: задача решена качественно верно, однако в решении присутствуют ошибки, либо в решении пропущены важные логические элементы рассуждений. 2 балла: выбран верный ход решения, однако конечный ответ ошибочен, поскольку решение содержит грубые ошибки; 1 балл: назван верный алгоритм решения задачи, но выкладки отсутствуют либо полностью ошибочны. 0 баллов: решение задачи отсутствует.</p>	зачет
6	6	Текущий контроль	КМ-6. Контрольная работа 5	1	20	<p>Контрольная работа включает в себя 4 задания. Максимальная оценка каждого из заданий - 5 баллов. При выставлении балла используются следующие критерии оценивания. 5 баллов: задача решена верно, ход решения изложен полностью, без пробелов; 4 балла: задача решена верно, однако в решении присутствуют незначительные ошибки (описки, ошибки в вычислениях). 3 балла: задача решена качественно верно, однако в решении присутствуют ошибки, либо в решении пропущены важные логические элементы рассуждений. 2 балла: выбран верный ход решения, однако конечный ответ ошибочен, поскольку решение содержит грубые ошибки; 1 балл: назван верный алгоритм решения</p>	экзамен

						задачи, но выкладки отсутствуют либо полностью ошибочны. 0 баллов: решение задачи отсутствует.	
7	6	Текущий контроль	КМ-7. Контрольная работа 6	1	20	Контрольная работа включает в себя 4 задания. Максимальная оценка каждого из заданий - 5 баллов. При выставлении балла используются следующие критерии оценивания. 5 баллов: задача решена верно, ход решения изложен полностью, без пробелов; 4 балла: задача решена верно, однако в решении присутствуют незначительные ошибки (описки, ошибки в вычислениях). 3 балла: задача решена качественно верно, однако в решении присутствуют ошибки, либо в решении пропущены важные логические элементы рассуждений. 2 балла: выбран верный ход решения, однако конечный ответ ошибочен, поскольку решение содержит грубые ошибки; 1 балл: назван верный алгоритм решения задачи, но выкладки отсутствуют либо полностью ошибочны. 0 баллов: решение задачи отсутствует.	экзамен
8	6	Текущий контроль	КМ-8. Контрольная работа 7	1	10	Контрольная работа включает в себя 2 задания. Максимальная оценка каждого из заданий - 5 баллов. При выставлении балла используются следующие критерии оценивания. 5 баллов: задача решена верно, ход решения изложен полностью, без пробелов; 4 балла: задача решена верно, однако в решении присутствуют незначительные ошибки (описки, ошибки в вычислениях). 3 балла: задача решена качественно верно, однако в решении присутствуют ошибки, либо в решении пропущены важные логические элементы рассуждений. 2 балла: выбран верный ход решения, однако конечный ответ ошибочен, поскольку решение содержит грубые ошибки; 1 балл: назван верный алгоритм решения задачи, но выкладки отсутствуют либо полностью ошибочны. 0 баллов: решение задачи отсутствует.	экзамен
9	6	Промежуточная аттестация	КМ-9. Экзамен	-	25	Экзаменационная работа состоит из двух теоретических вопросов и трех задач. Каждая из позиций в работе имеет максимальную оценку в пять баллов. Критерии оценивания экзаменационных задач аналогичны критериям оценивания задач текущей аттестации. Используются	экзамен

					<p>следующие критерии оценивания теоретических вопросов.</p> <p>5 баллов: в ответе приведены точные и полные формулировки и доказательства, ошибки в изложении материала отсутствуют.</p> <p>4 балла: в ответе приведены точные и полные формулировки и доказательства, однако допущены незначительные ошибки.</p> <p>3 балла – в ответе приведены определения и формулировки теорем, однако в доказательствах утверждений допущены грубые ошибки, либо утверждения даны без доказательств.</p> <p>0-2 балла: ответ содержит грубые ошибки в формулировках определений и теорем, доказательства утверждений отсутствуют.</p>	
--	--	--	--	--	--	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Оценка формируется на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Студент может повысить свой рейтинг, пройдя контрольное мероприятие промежуточной аттестации: Зачет. Зачетная работа выполняется на протяжении 90 минут и оформляется письменно на отдельном листе, после чего сдается преподавателю на проверку. Фиксация результатов учебной деятельности по дисциплине проводится в день зачета при личном присутствии студента.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
экзамен	Оценка формируется на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Студент может повысить свой рейтинг, пройдя контрольное мероприятие промежуточной аттестации: Экзамен. Экзаменационная работа выполняется на протяжении 90 минут и оформляется письменно на отдельном листе. По результатам выполнения работы проводится собеседование с преподавателем. Фиксация результатов учебной деятельности по дисциплине проводится в день зачета при личном присутствии студента.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
ОПК-3	Знает: методы решений уравнений математической физики	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-3	Умеет: модифицировать алгоритмы решения уравнений математической физики в зависимости от краевых и начальных условий									

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методическое пособие по решению задач

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методическое пособие по решению задач

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Сборник задач по уравнениям математической физики : учебное пособие / В. С. Владимиров, В. П. Михайлов, Т. В. Михайлова, М. И. Шабунин. — 4-е, изд. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2016. — 520 с. — ISBN 978-5-9221-1692-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/104995 (дата обращения: 16.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Треногин, В. А. Уравнения в частных производных : учебное пособие / В. А. Треногин, И. С. Недосекина. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2013. — 228 с. — ISBN 978-5-9221-1448-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/59744 (дата обращения: 16.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Владимиров, В. С. Уравнения математической физики : учебник / В. С. Владимиров, В. В. Жаринов. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2000. — 400 с. — ISBN 5-9221-0011-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/2363 (дата обращения: 16.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. LibreOffice(бессрочно)
2. -Python(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Не предусмотрено