

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ

Директор института прикладной
математики и компьютерных наук

А.В. Замятин

« 11 » ноября 2021 г.



Уравнения математической физики


рабочая программа дисциплины

Закреплена за кафедрой	<i>прикладной математики</i>
Учебный план	<i>01.03.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Прикладная математика и информатика»</i>
Форма обучения	<i>Очная</i>
Общая трудоёмкость	<i>8 з.е.</i>
Часов по учебному плану	<i>288</i>
в том числе:	
аудиторная контактная работа	<i>176,6</i>
самостоятельная работа	<i>84</i>
Вид(ы) контроля в семестрах	
<i>экзамен/зачет/зачет с оценкой</i>	<i>Семестр 5 – экзамен, семестр 6 - экзамен</i>

Программу составил:
д.ф.-м.н., профессор,
профессор кафедры системного анализа и
математического моделирования

 В.А. Васильев

Рецензент:
д.ф.-м.н., доцент,
профессор кафедры системного анализа и
математического моделирования

 С.Э. Воробейчиков


Рабочая программа дисциплины «Уравнения математической физики» разработана в соответствии с самостоятельно устанавливаемым образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат – Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» по направлению подготовки 01.03.02 – Прикладная математика и информатика (Утвержден Ученым советом НИ ТГУ, протокол от 27.10.2021 г. № 08).

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры системного анализа и математического моделирования

Протокол от 03 июня 2021 г. № 26

Заведующий кафедрой системного анализа и математического моделирования,


д.ф.-м.н., профессор

 Ю.Г. Дмитриев

Рабочая программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии института прикладной математики и компьютерных наук (УМК ИПМКН)

Протокол от 17.06.2021 г. № 05

Председатель УМК ИПМКН,
д.т.н., профессор

 С.П. Сущенко

Цель освоения дисциплины

Цель – ознакомить студентов с теоретическими и практическими основами математической физики, с математическими методами и математическими моделями математической физики, рассмотреть основные принципы эффективного использования математических методов и моделей математической физики при решении задач, имеющих физический смысл. Решения таких задач стимулирует развитие математического аппарата, в частности, в теории интегральных и дифференциальных уравнений и ряда современных отраслей математики.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина "Уравнения математической физики" относится к Блоку 1 Дисциплины (модули). Обязательная часть. Для освоения дисциплины требуются знания математического анализа, теории дифференциальных уравнений, линейной алгебры.

Пререквизиты дисциплины: «Математический анализ I-III», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия I-II», «Дифференциальные уравнения», «Функциональный анализ I».

Постреквизиты дисциплины: учебная практика, «Научно-исследовательская работа».

2. Компетенции и результаты обучения, формируемые в результате освоения дисциплины

Таблица 1.

Компетенция	Индикатор обще профессиональной компетенции	Код и наименование результатов обучения (планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций)
ОПК-1. Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики.	ИОПК-1.1. Демонстрирует навыки работы с учебной литературой по основным естественно научным и математическим дисциплинам ИОПК-1.2. Демонстрирует навыки выполнения стандартных действий, решения типовых задач с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых математических и естественных дисциплин ИОПК-1.3. Демонстрирует навыки использования основных понятий, фактов, концепций, математики, информатики и естественных наук для решения практических задач, связанных с прикладной математикой и информатикой	ОР-1.1. Обучающийся сможет: - работать с учебной литературой и анализировать проблемы, возникающие в области фундаментальной математики по теме "Уравнения математической физики" ОР-1.2. Обучающийся сможет: - применять методы математической физики для решения конкретных задач; решать интегральные уравнения Фредгольма и Вольтерра; решать краевые задачи и задачи на собственные значения для основных операторов математической физики. ОР-1.3. Обучающийся сможет: - решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики с использованием математического аппарата математической физики.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура и трудоемкость видов учебной работы по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часов.

Таблица 2.

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах		
	5 семестр	6 семестр	всего
Общая трудоемкость	108	108	216
Контактная работа:	69,5	69,5	139
Лекции (Л):	32	32	64
Практики (ПЗ)	32	32	64
Лабораторные работы (ЛР)			
Семинары (СЗ)			
Групповые консультации	2	2	4
Индивидуальные консультации	3,2	3,2	6,4
Промежуточная аттестация	0,3	0,3	0,6
Самостоятельная работа обучающегося:	38,5	38,5	77
- выполнение контрольных заданий	2	2	4
- изучение учебного материала	6,8	6,8	13,6
- подготовка к практическим занятиям/коллоквиумам	14	14	28
- подготовка к рубежному контролю по теме/разделу	15,7	15,7	31,4
Вид промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен)	Экзамен		

3.2. Содержание и трудоемкость разделов дисциплины

Таблица 3.

Код занятия	Наименование разделов и тем и их содержание	Вид учебной работы, занятий, контроля	Семестр	Часы в электронной форме	Всего (час.)	Литература	Код (ы) результата(ов) обучения
	Раздел 1. Вводная часть		5		8	№№ 1-9.	ОП-1.1, ОП-1.2, ОП-1.3
1.1.	Необходимые сведения из функционального анализа. Определения и полнота функциональных пространств. Ортонормальные системы. Эрмитовы операторы.	Лек.	5		4		
1.2	Необходимые сведения из функционального анализа. Определения и полнота функциональных пространств. Ортонормальные системы. Эрмитовы операторы.	Практ.	5		2		
1.3	Необходимые сведения из функционального анализа. Определения и полнота функциональных пространств. Ортонормальные системы. Эрмитовы операторы.	СРС	5		2		
	Раздел 2. Интегральные уравнения		5		36	№№ 1-9.	ОП-1.1, ОП-1.2, ОП-1.3
2.1.	Интегральные уравнения Фредгольма I и II рода Интегральные уравнения Вольтерра. Интегральные уравнения Фредгольма с вырожденным ядром.	Лек.	5		4		
2.2	Интегральные уравнения Фредгольма I и II рода Интегральные уравнения Вольтерра. Интегральные уравнения Фредгольма с	СРС			2		

	вырожденным ядром.						
2.3	Теоремы Фредгольма для уравнений с вырожденным и непрерывным ядром. Альтернатива Фредгольма.	Лек.	5		4		
2.4	Интегральные уравнения с эрмитовым непрерывным ядром. Вариационный принцип. Теорема Гильберта-Шмидта. Теорема Мерсера. Формула Шмидта. Вариационный принцип для положительно определенного ядра.	Лек.	5		8		
2.5	Решения интегральных уравнений Фредгольма I и II рода и интегральных уравнения Вольтерра. Интегральные уравнения Фредгольма с вырожденным ядром.	Практ.	5		18		
	Раздел 3. Задача Штурма-Лиувилля		5		28,8	№№ 1-9.	OP-1.1, OP-1.2, OP-1.3
3.1.	Задача на собственные значения. Задача Штурма-Лиувилля. Сведение задачи Штурма-Лиувилля к интегральному уравнению. Свойства собственных значений и собственных функций задачи Штурма-Лиувилля. Теорема Стеклова. Обобщенная задача Штурма-Лиувилля. Вариационный принцип.	Лек.	5		6		
3.2	Задача на собственные значения. Задача Штурма-Лиувилля. Сведение задачи Штурма-Лиувилля к интегральному уравнению. Свойства собственных значений и собственных функций задачи Штурма-Лиувилля. Теорема Стеклова. Обобщенная задача Штурма-Лиувилля. Вариационный принцип.	СРС	5		18,8		
	Решение задач Штурма-Лиувилля для операторов различного вида.	Практ.	5		4		
	Раздел 4. Метод Фурье		5		14	№№ 1-9.	OP-1.1, OP-1.2, OP-1.3
4.1	Вывод уравнения теплопроводности. Метод Фурье для однородной задачи теплопроводности. Неоднородные граничные	Лек.	5		6		

	условия. Задача теплопроводности с производной в граничном условии. Метод разложения по собственным функциям неоднородных уравнений в частных производных.						
	Решение задач математической физики методом Фурье.	Практ.	5		8		
	Раздел 5. Специальные функции		6			№№ 1-9.	OP-1.1, OP-1.2, OP-1.3
5.1	Функции Бесселя. Краевая задача на собственные значения для уравнения Бесселя. Неоднородная краевая задача для уравнения Бесселя. Разложение в ряд Фурье.	Лек.	6		6		
5.2	Краевая задача на собственные значения для уравнения Бесселя. Неоднородная краевая задача для уравнения Бесселя. Разложение в ряд Фурье.	Практ.	6		10		
5.3	Изучение учебного материала	СРС	6		6		
	Контрольная работа		6				
	Раздел 6. Интегральные преобразования		6			№№ 1-9.	OP-1.1, OP-1.2, OP-1.3
6.1	Виды интегральных преобразований. Решение задачи Коши для уравнения теплопроводности с помощью преобразования Фурье. Решение уравнения переноса методом преобразования Лапласа.	Лек.	6		4		
6.2	Решение задач математической физики с помощью интегральных преобразований	Практ.	6		6		
6.3	Изучение учебного материала	СРС	6		4		
	Раздел 7. Обобщенные функции		6		33,8	№№ 1-9.	OP-1.1, OP-1.2, OP-1.3
7,1	Операции над обобщенными функциями. Дифференцирование обобщенных функций. Свойства обобщенных производных. Первообразная обобщенной функции. Решение классической задачи Коши для обыкновенного линейного дифференциального	Лек.	6		10		

	уравнения с постоянными коэффициентами.						
7.2	Решение задач на дробное дифференцирование и интегрирование.	Практ.	6		4		
7,3	Прямое произведение обобщенных функций. Корректность определения. Свертка обобщенных функций. Обобщенные решения линейных дифференциальных уравнений. Фундаментальные решения.	Лек.	6		6		
7.4	Обобщенные решения линейных дифференциальных уравнений.	Практ.	4		4		
7,5	Обобщенная задача Коши для волнового уравнения.	Лек.	6		2		
7.6	Изучение учебного материала	СРС	6		7,8		
	Раздел 8. Метод Фурье		6		17	№№ 1-9.	ОП-1.1, ОП-1.2, ОП-1.3
8,1	Неоднородное гиперболическое уравнение. Параболическое уравнение. Задача об остывании круглого цилиндра.	Лек.	6		4		
8,2	Метод Фурье в многомерном случае. Свободные колебания прямоугольной мембраны.	Практ	4		2		
8,3	Решение краевых задач методом Фурье.	Практ	6		6		
8.4	Изучение учебного материала	СРС	6		5		

4. Образовательные технологии, учебно-методическое и информационное обеспечение для освоения дисциплины

Исходным звеном является лекция. Лекционный материал затем закрепляется путем решения задач по изучаемой теме на практических занятиях.

Самостоятельная работа студентов включает выполнение контрольных заданий, подготовку к практическим занятиям, а также подготовку к контрольным работам и зачету.

Промежуточная аттестация осуществляется исключительно на основе собеседования при условии успешного выполнения ранее контрольных работ.

4.1. Рекомендуемая литература и учебно-методическое обеспечение

№ п/п	Авторы / составители	Заглавие	Издательство	Год издания
Основная литература				
1.	И. И. Привалов	Интегральные уравнения: [учебник для университетов], 158 с.	Москва: ЛИБРОКОМ	2010
2.	В. С. Владимиров	Уравнения математической физики	Москва, Наука	1988
3.	В.А.Васильев, В.В.Конев, С.М.Пергаменциков	“Теорема ильберта-Шмидта. Разложение Каруннена - Лозва.” Методическое пособие по курсу “Уравнения математической физики”	Издательский дом ТГУ	207
4.	Тихонов А.М., Самарский А.А.	Уравнения математической физики	Москва: Наука	1977
5.	Фарлоу С.	Уравнения с частными производными	Москва: Мир	1985
Дополнительная литература				
6.	К. Б. Сабитов.	Уравнения математической физики : [учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению 010400 "Прикладная математика и информатика"]	Москва: Физматлит	2013
7.	Т. Д. Вентцель, А. Ю. Горлицкий, Т. О. Капустинаю	Сборник задач по уравнениям с частными производными	Москва : БИНОМ. Лаб. знаний	2010
8.	Е. С. Соболева, Г. М. Фатеева	Задачи и упражнения по уравнениям математической физики : [учебное пособие по уравнениям математической физики для студентов вузов, обучающихся по естественно-научным специальностям]	Москва : Физматлит	2012

9.	Владимиров В.С.	Сборник задач по уравнениям математической физики	Москва, Физматлит	2001
----	-----------------	---	-------------------	------

4.2. Базы данных и информационно-справочные системы, в том числе зарубежные

1. Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : электрон.-библиотечная система. – Электрон. Дан. – СПб., 2010. – URL: <http://e.lanbook.com/>
2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Электрон. Дан. – М., 2000. – URL: <http://elibrary.ru/defaultx.asp?>

4.3. Перечень лицензионного и программного обеспечения

4.4. Оборудование и технические средства обучения

В распоряжении преподавателей и обучающихся имеется основное необходимое материально-техническое оборудование, а именно интернет-ресурсы, доступ к полнотекстовым электронным базам, книжный фонд (3,8 млн. экземпляров) Научной библиотеки Томского университета.

5. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Основой обучения является курс лекций, читаемый преподавателем. Для самостоятельной работы и дополнительного расширения круга знаний желательно использовать литературу, приведенную в разделе 4.1, а также информационные системы, приведенные в разделе 4.2.

6. Преподавательский состав, реализующий дисциплину

Васильев Вячеслав Артурович, д.ф.-м.н, профессор, профессор кафедры системного анализа и математического моделирования НИ ТГУ

7. Язык преподавания.

Русский