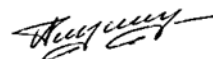


**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Воронежский государственный университет»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
уравнений в частных производных  
и теории вероятностей



А. В. Глушко

03.07.2018

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
Б1.В.ДВ.06.02 Дополнительные главы математической физики  
*Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом*

1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:  
01.03.01 Математика
2. Профиль подготовки/специализации: Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление
3. Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр
4. Форма образования: Очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: Кафедра уравнений в частных производных и теории вероятностей математического факультета
6. Составители программы Провоторов Вячеслав Васильевич доктор физико-математических наук, доцент кафедры уравнений в частных производных и теории вероятностей, kuchp@math.vsu.ru  
*(ФИО, ученая степень, ученое звание)*
7. Рекомендована: Научно-методическим советом математического факультета. протокол № 0500-07 от 03.07.2018  
*(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола)*
8. Учебный год: 2021 / 2022 Семестр(-ы): 8

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

### Цели учебной дисциплины:

- ознакомление с областью применения и современными достижениями математической физики;
- развитие практических навыков по составлению математических моделей простейших физических систем, решению алгебраических, дифференциальных и интегральных уравнений

### Задачи изучения дисциплины

- выработка умения классифицировать уравнения;
- развитие навыков интегрирования простейших дифференциальных и разностных уравнений;
- выработка навыков и умений по применению полученных знаний при решении задач разных математических дисциплин.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: (цикл, к которому относится дисциплина, требования к входным знаниям, умениям и компетенциям, дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей)

Учебная дисциплина «Дополнительные главы математической физики» входит в профессиональный цикл (Б1), вариативная часть, дисциплины по выбору; она непосредственно связана с такими дисциплинами как «Дифференциальные уравнения», «Математический анализ», «Функциональный анализ». Данная дисциплина показывает взаимообусловленность естественно-научных знаний в современном мире.

Приступая к изучению данной дисциплины, студенты должны иметь теоретическую и практическую подготовку по математическому анализу, знать основы функционального анализа, дифференциальных уравнений.

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-1	способность использовать современные методы теории оптимального управления для дифференциальных уравнений с частными производными на уровне, необходимом для приобретения новых знаний с их использованием и решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций и имеющих естественнонаучное содержание	<p>Знать: основные понятия и методы анализа задач оптимального управления для дифференциальных уравнений с частными производными, подходы к решению задач управления для дифференциальных систем и прикладных задач базовых курсов</p> <p>Уметь: применять на практике основные методы анализа задач оптимального управления для дифференциальных уравнений с частными производными, в общем виде выполнять математическую постановку прикладных задач, производить выбор направления решения задач</p> <p>Владеть: навыками практического использования математических инструментов при анализе математических моделей физических процессов и явлений, описываемых формализмами дифференциальных уравнений с частными производными</p>

ОПК-2	способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с повышением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	<p>Знать: классические задачи математики, основные математические принципы, используемые при моделировании физических процессов и явлений, описываемых формализмами интегральных уравнений</p> <p>Уметь: самостоятельно математически корректно анализировать естественно научные задачи на основе информационной и библиографической культуры, определять стратегию и тактику в отыскании решения этих задач</p> <p>Владеть: способностью математически анализировать естественно-научные задачи в терминах дифференциальных уравнений с частными производными</p>
ПК-2	способность математически корректно ставить естественно научные задачи, знания постановок классических задач математики	<p>Знать: классические задачи математики, используемые дифференциальные уравнения с частными производными при моделировании естественно-научных процессов и явлений</p> <p>Уметь: самостоятельно математически корректно ставить естественно-научные задачи, используя основные закономерности физических процессов и явлений</p> <p>Владеть: способностью математически корректно ставить естественно-научные задачи с помощью формализмов дифференциальных уравнений с частными производными</p>

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 2 / 72.**

**Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен) зачет**

### 13. Виды учебной работы

Виды учебной работы	Трудоемкость				
	Всего	По семестрам			
		8			
Аудиторные занятия	48	48			
В том числе: лекции	24	24			
практические	24	24			
лабораторные					

Самостоятельная работа	24	24			
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час./экзамен – _____ час.)	зачет				
Итого:	72	72			

### 13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
		<b>1. Лекции</b>
1.1	Интегральные уравнения Вольтерра 2-го рода	Интегральные уравнения Вольтерра 2-го рода. Построение решения интегрального уравнения Вольтерра 2-го рода методом последовательных приближений.
1.2	Интегральные уравнения с вырожденными ядрами	Интегральные уравнения с вырожденными ядрами (уравнения Фредгольма, однородные, неоднородные). Характеристические числа и собственные функции. Уравнения Фредгольма 2-го рода с симметричным ядром
1.3	Решение интегральных уравнений с вырожденными ядрами	Решение интегральных уравнений с вырожденными ядрами. Функция Грина краевой задачи. Применение интегральных преобразований к решению интегральных уравнений
1.4	Теорема Фредгольма	Теорема Фредгольма
		<b>2. Практические занятия</b>
2.1	Интегральные уравнения Вольтерра 2-го рода	Интегральные уравнения Вольтерра 2-го рода. Построение решения интегрального уравнения Вольтерра 2-го рода методом последовательных приближений.
2.2	Интегральные уравнения с вырожденными ядрами	Интегральные уравнения с вырожденными ядрами (уравнения Фредгольма, однородные, неоднородные). Характеристические числа и собственные функции. Уравнения Фредгольма 2-го рода с симметричным ядром
2.3	Решение интегральных уравнений с вырожденными ядрами	Решение интегральных уравнений с вырожденными ядрами. Функция Грина краевой задачи. Применение интегральных преобразований к решению интегральных уравнений
2.4	Теорема Фредгольма	Теорема Фредгольма

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№	Наименование раздела	Виды занятий (часов)
---	----------------------	----------------------

п/п	дисциплины	Лекции	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Интегральные уравнения Вольтерра 2-го рода	6	6	6	18
2	Интегральные уравнения с вырожденными ядрами	8	8	6	22
3	Решение интегральных уравнений с вырожденными ядрами	6	6	6	18
4	Теорема Фредгольма	4	4	6	14
Итого:		24	24	24	72

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В процессе преподавания дисциплины используются такие виды учебной работы, как лекции и практические занятия, а также различные виды самостоятельной работы обучающихся. Лекции и лабораторные занятия реализуются в соответствии с рабочим учебным планом при последовательном изучении дисциплины.

Для обеспечения систематической и регулярной работы по изучению дисциплины и успешного прохождения текущих и промежуточных аттестационных испытаний студенту рекомендуется:

- выполнять все виды работ, предусмотренных рабочим учебным планом по дисциплине;
- выполнять домашние задания. При выполнении задания необходимо привести развернутые пояснения выполнения задания, проанализировать полученные результаты. При необходимости обучающиеся имеют возможность задать вопросы преподавателю и разрешить возникшие трудности.
- посещать аудиторские занятия;
- сдать практические работы по изученным темам.

При подготовке к лекциям и лабораторным работам рекомендуется использование учебной литературы, дополнительных файлов с теоретическим материалом по изучаемым темам (файлы и распечатки передаются студентам). По всем темам представляются распечатанные материалы, которые используются в работе, как в аудитории, так и при выполнении домашних заданий. Выбрать время для работы с литературой по дисциплине в библиотеке.

#### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины: (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
01	Сабитов К.Б. Уравнения математической физики / К.Б. Сабитов. – М.: Физматлит, 2013. – 352 с. // «Университетская библиотека online»: электронно-библиотечная система.. – URL: <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
02	Владимиров В.С. Уравнения математической физики : учебник для студ. вузов / В.С. Владимиров, В.В. Жаринов.— Изд. 2-е, стер. — М. : Физматлит, 2008.— 398 с.

03	Стрельникова А.Н. Интегральные уравнения / А.Н. Стрельникова. – Новокузнецк: РИО НФИ КемГУ, 2004. – 78 с.
04	Васильева А.Б. Интегральные уравнения / А.Б. Васильева. – М.: Физматлит, 2002. – 160 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
05	<a href="http://eqworld.ipmnet.ru">http://eqworld.ipmnet.ru</a> – интернет-портал, посвященный уравнениям и методам их решений
06	<a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a> - электронный каталог ЗНБ ВГУ
07	<a href="http://www.kuchp.ru">http://www.kuchp.ru</a> – электронный сайт кафедры уравнений в частных производных и теории вероятностей, на котором размещены методические издания

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

(учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

Самостоятельная работа обучающегося направлена на самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов учебной дисциплины. Самостоятельная работа является обязательной для каждого обучающегося, ее объем по учебному курсу определяется учебным планом. При самостоятельной работе обучающийся взаимодействует с рекомендованными материалами при минимальном участии преподавателя. Самостоятельная работа с учебниками, учебно-методическими материалами, научной, справочной литературой, ресурсами сети Internet является наиболее эффективным методом получения знаний.

№ п/п	Источник
07	<a href="http://eqworld.ipmnet.ru">http://eqworld.ipmnet.ru</a> – интернет-портал, посвященный обыкновенным дифференциальным уравнениям
08	<a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a> - электронный каталог ЗНБ ВГУ
09	<a href="http://www.kuchp.ru">http://www.kuchp.ru</a> – электронный сайт кафедры уравнений в частных производных и теории вероятностей, на котором размещены методические издания

## 17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

№ п/п	Источник
1	<a href="http://www.kuchp.ru">http://www.kuchp.ru</a> – электронный сайт кафедры уравнений в частных производных и теории вероятностей, на котором размещены методические издания
2	<a href="http://mschool.kubsu.ru">http://mschool.kubsu.ru</a> – библиотека электронных учебных пособий. ( <a href="http://mschool.kubsu.ru/ms/1.htm">http://mschool.kubsu.ru/ms/1.htm</a> )
3	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – ( <a href="http://www.lib.vsu.ru/">http:// www.lib.vsu.ru/</a> )

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вывести данный раздел в приложение к рабочей программе)

Типовое оборудование аудитории

## 19. Фонд оценочных средств

### 19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
<p>ОПК-1: способность использовать современные методы теории оптимального управления для дифференциальных уравнений с частными производными на уровне, необходимом для приобретения новых знаний с их использованием и решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций и имеющих естественнонаучное содержание</p>	<p>Знать: основные понятия и методы анализа задач оптимального управления для дифференциальных уравнений с частными производными, подходы к решению задач управления для дифференциальных систем и прикладных задач базовых курсов  Уметь: применять на практике основные методы анализа задач оптимального управления для дифференциальных уравнений с частными производными, в общем виде выполнять математическую постановку прикладных задач, производить выбор направления решения задач  Владеть: навыками практического использования математических инструментов при анализе математических моделей физических процессов и явлений, описываемых формализмами дифференциальных уравнений с частными производными</p>	<p>Темы 1-3</p>	<p>Тестовые задания. Контрольно-измерительные материалы</p>
<p>ОПК-2: способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с повышением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности</p>	<p>Знать: классические задачи математики, основные математические принципы, используемые при моделировании физических процессов и явлений, описываемых формализмами интегральных уравнений  Уметь: самостоятельно математически корректно анализировать естественно научные задачи на основе</p>	<p>Темы 1-3</p>	<p>Тестовые задания. Контрольно-измерительные материалы</p>

	информационной и библиографической культуры, определять стратегию и тактику в отыскании решения этих задач Владеть: способностью математически анализировать естественно-научные задачи в терминах дифференциальных уравнений с частными производными		
ПК-2: способность математически корректно ставить естественно научные задачи, знания постановок классических задач математики	Знать: классические задачи математики, используемые дифференциальные уравнения с частными производными при моделировании естественно-научных процессов и явлений Уметь: самостоятельно математически корректно ставить естественно-научные задачи, используя основные закономерности физических процессов и явлений Владеть: способностью математически корректно ставить естественно-научные задачи с помощью формализмов дифференциальных уравнений с частными производными	Тема 4	Тестовые задания. Контрольно-измерительные материалы
<b>Промежуточная аттестация Зачет</b>			Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации

## 19.2. Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Оценка «зачтено» выставляется в любом из трех случаев: 1. Выполнение трех из пяти требований к ответу на каждый вопрос КИМ: 1) правильность, полнота и глубина ответа (верное и глубокое изложение фактов, понятий, законов, закономерностей, принципов; опора при ответе на исходные методологические положения; анализ основных теоретических материалов, описанных в различных источниках, связь теории с практикой; иллюстрация ответа конкретными	Базовый	Зачтено



<p>примерами; отсутствие необходимости в уточняющих вопросах);</p> <p>2) логическая последовательность изложения материала в процессе ответа;</p> <p>3) грамотное изложение материала на высоком научном уровне, высокая культура речи;</p> <p>4) наличие полных и обоснованных выводов;</p> <p>5) демонстрация собственной профессиональной позиции (творческое применение знаний в практических ситуациях, демонстрация убежденности, а не безразличия; демонстрация умения сравнивать, классифицировать, обобщать).</p> <p>2. Невыполнение более трех из перечисленных требований (к одному из вопросов КИМ) и правильный ответ на дополнительный вопрос в пределах программы.</p> <p>3. Невыполнение трех из перечисленных требований (либо трех к одному вопросу, либо по одному к каждому вопросу КИМ) и правильные ответы на два дополнительных вопроса в пределах программы.</p>		
<p>Оценка «не зачтено» выставляется в любом из трех случаев:</p> <p>1. Невыполнение более трех требований (в различных комбинациях по отношению к вопросам экзаменационного билета), предъявляемых к оценке «зачтено» (п.1).</p> <p>2. Невыполнение более трех требований (в различных комбинациях по отношению к вопросам экзаменационного билета), предъявляемых к оценке «зачтено» (п.1), и неправильные ответы на два дополнительных вопроса в пределах программы.</p> <p>3. <i>Невыполнение более трех требований (в различных комбинациях по отношению к вопросам экзаменационного билета), предъявляемых к оценке «зачтено» (п.1), и правильный ответ только на один из не менее двух дополнительных вопросов в пределах программы.</i></p>	-	Не зачтено

**19.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**19.3.1 Перечень вопросов к зачету:**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины
1	Определение уравнения Вольтерра и основных понятий, связанных с ним
2	Теорема существования и единственности решения для уравнения Вольтерра второго рода
3	Последовательное дифференцирование

4	Резольвента уравнений Вольтерра
5	Уравнение, зависящее от разности аргументов
6	Метод последовательных приближений
7	Задачи, приводящие к уравнениям Фредгольма
8	Резольвента Фредгольма
9	Теоремы Фредгольма

### 19.3.2 Перечень практических заданий

#### 19.3.3 Тестовые задания

#### 19.3.4. Перечень заданий для контрольных работ

##### Примерный перечень вариантов контрольных работ

##### Контрольная работа № 1

1. Решить интегральное уравнение  $\varphi(x) = x^3 + 3 \int_0^x (x-y)\varphi(y)dy$

2. Решить с помощью интеграла Лапласа

$$\varphi''(x) + \varphi(x) + \int_0^x \varphi(y)dy = 1, \quad \varphi(0) = \varphi'(0) = 0$$

3. Свести уравнение к задаче Коши и затем найти решение обеих задач

$$\varphi(x) = x + \int_0^x e^{x-t} \varphi(\tau) d\tau$$

4. Составить интегральное уравнение для следующей задачи и найти его решение  $y'' - 6y' + 5y = x$ ,  $y(0) = 1$ ,  $y'(0) = 0$

#### 19.3.5. Темы курсовых работ

#### 19.3.6 Темы рефератов

### 19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующих формирование компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Текущая аттестация проводится в форме выполнения лабораторных работ и написания реферата на одну из предложенных тем.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практические задания, позволяющие оценить степень сформированности умений и навыков. Критерии оценивания приведены выше.