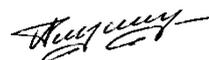


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
уравнений в частных производных
и теории вероятностей



А.В. Глушко
03.07.2018

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ФТД.В.03 Дополнительные главы уравнений математической
физики

Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом

1. Шифр и наименование направления подготовки / специальности:

02.03.01 Математика и компьютерные науки

2. Профиль подготовки: Математическое и компьютерное моделирование,
математические методы в экономике и финансах

3. Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

4. Форма обучения: Очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: Кафедра уравнений в частных производных и теории вероятностей

6. Составители программы: Глушко Андрей Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор

(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,

отметки о продлении вносятся вручную)

8. Учебный год: 2018/2019

Семестры: 5

9. Цели и задачи учебной дисциплины: Целью курса является изучение разделов функционального анализа, ориентированных на изучение начальных и начально-краевых задач для уравнений с частными производными. Основной целью курса является введение пространств основных и обобщенных функций и непрерывных операций в этих пространствах. Задачей данного курса является оказание помощи в освоении трудных разделов курса уравнений с частными производными, читаемого параллельно данному курсу. Указанные разделы курса уравнений с частными производными отнесены к самостоятельному изучению.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: (блок Б1, базовая или вариативная часть, к которой относится дисциплина; требования к входным знаниям, умениям и навыкам; дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей) Курс входит в цикл профессиональных дисциплин в базовой части обучения.

Курс входит в цикл факультативной части обучения.

Для его успешного освоения необходимы знания и умения, приобретенные в результате обучения по предшествующим дисциплинам: математический анализ, комплексный анализ, функциональный анализ, дифференциальные уравнения, теоретическая механика.

Студент должен свободно владеть математическим анализом, теорией рядов, теорией функций комплексной переменной, элементами линейной алгебры, знаниями теории интегралов Лебега, теории банаховых и гильбертовых пространств.

Дисциплина является предшествующей для части курса уравнений с частными производными, курсов методов вычислений, механики сплошной среды, математического моделирования, концепций современного естествознания, всех специальных курсов, изучающих задачи математической физики.

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	готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии о топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности	<p>Знать: основные положения теории уравнений в частных производных и уравнений математической физики</p> <p>Уметь: применять методы теории уравнений в частных производных и теории математической физики</p> <p>Владеть: навыками исследования задач для уравнений с частными производными</p>
ОПК-2	способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-	Знать: как решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий с учетом основных требований информационной

	коммуникационных технологий с учетом основных требований информационной безопасности	<p>безопасности.</p> <p>Уметь: решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий с учетом основных требований информационной безопасности</p> <p>Владеть: навыками решения стандартных задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий с учетом основных требований информационной безопасности.</p>
ОПК-3	способность к самостоятельной научно-исследовательской работе	<p>Знать: как проводить самостоятельную научно-исследовательскую работу.</p> <p>Уметь: проводить самостоятельную научно-исследовательскую работу.</p> <p>Владеть: методами позволяющими осуществлять самостоятельную научно-исследовательскую работу.</p>

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах (в соответствии с учебным планом) — 1 / 36.

Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен) зачет 5 семестр

13. Виды учебной работы

Виды учебной работы	Трудоемкость		
	Всего	По семестрам	
		№ семестра 5	
Аудиторные занятия	-	-	
В том числе:			
лекции	-	-	
практические	-	-	
лабораторные	-	-	
Самостоятельная работа	6	6	
Контактная работа со студентами	30	30	
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час./экзамен – ____ час.)			
Итого:	36	36	

13.1. Содержание дисциплины

Контактная работа со студентами:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Количество часов
01	Пространство основных	Пространство основных функций D . Непрерывность операции в D .	2

	<p>функций D. Пространство обобщенных функций D'. Непрерывные операции в D и D'</p>	Пространство обобщенных функций D' . Пример функционала из D' .	2
		Лемма о диагональной последовательности и теорема о полноте пространства D' .	2
		Носитель и нулевое множество обобщенной функции. Дельта-функция Дирака. Дельта-функция Дирака как предел последовательности основных функций.	2
		Регулярные и сингулярные обобщенные функции. Лемма дю-Буа-Реймонда. Доказательство сингулярности дельта-функции Дирака.	2
		Формулы Сохоцкого.	2
		Непрерывные операции в D' . Операция дифференцирования. Линейная замена переменной. Умножение на бесконечно дифференцируемую функцию.	2
		Обобщенные производные по Соболеву. Пример на вычисление обобщенной производной кусочно-дифференцируемой функции.	2
		Свойства обобщенных производных: линейность, непрерывность, бесконечная дифференцируемость, независимость от порядка дифференцирования, формула Лейбница дифференцирования произведения, нерастекание носителя при обобщенном дифференцировании.	2
02	<p>Пространство основных функций S. Пространство обобщенных функций медленного роста S'</p>	Пространство основных функций S . Сходимость в S . Вложение D в S .	3
		Непрерывность операции в S .	3
		Пространство обобщенных функций медленного роста в S' . Сходимость в S' . Вложение S' в D' .	2
		Непрерывные операции в S' .	2
		Теорема Л.Шварца. Пример обобщенной функции медленного роста.	2

Самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Количество часов
01	<p>Пространство основных функций D. Пространство обобщенных функций D'. Непрерывные операции в D и D'.</p>	Пространство основных функций D . Непрерывность операции в D . Пространство обобщенных функций D' . Пример функционала из D' .	1
		Носитель и нулевое множество обобщенной функции. Дельта-функция Дирака. Непрерывные операции в D' . Операция дифференцирования. Линейная замена переменной. Умножение на бесконечно дифференцируемую функцию. Регулярные и сингулярные обобщенные функции.	1

		Обобщенные производные по Соболеву. Свойства обобщенных производных: линейность, непрерывность, бесконечная дифференцируемость, независимость от порядка дифференцирования, формула Лейбница дифференцирования произведения, нерастекание носителя при обобщенном дифференцировании.	2
02	Пространство основных функций S . Пространство обобщенных функций медленного роста S'	Пространство основных функций S . Сходимость в S . Вложение D в S . Непрерывность операции в S . Пространство обобщенных функций медленного роста в S' . Сходимость в S' . Вложение S' в D' . Непрерывные операции в S' . Теорема Л.Шварца. Пример обобщенной функции медленного роста.	2

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
01	Пространство основных функций D . Пространство обобщенных функций D' . Непрерывные операции в D и D' .	18			4	22
02	Пространство основных функций S . Пространство обобщенных функций медленного роста S'	12			2	14
Итого:		30			6	36

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

В процессе преподавания дисциплины используются такие виды учебной работы, как контактная работа со студентами, а также различные виды самостоятельной работы обучающихся.

В ходе подготовки к контактным занятиям необходимо прочитать конспекты лекций и ознакомиться с дополнительной литературой по курсу Б1.В.ОД.8 Уравнения с частными производными. Начинать надо всегда с рекомендованной литературы. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, уяснения практического положения рассматриваемых теоретических вопросов. Большое значение имеет совершенствование навыков конспектирования. Преподаватель может рекомендовать студентам следующие основные формы записи: план (простой и развернутый), выписки, тезисы. Результаты конспектирования могут быть представлены в различных формах (конспект, план-конспект, текстуальный конспект, свободный конспект, тематический конспект и др.). В процессе подготовки к занятиям рекомендуется взаимное обсуждение материала, во время которой закрепляются знания, а также приобретает практика в изложении и разъяснении полученных знаний, развивается речь.

При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю.

Успешное освоение курса предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы

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: http://biblioclub.ru
02	Глушко А.В. Уравнения математической физики : учеб. пособие / А.В. Глушко, А.Д. Баев, А.С. Рябенко; Воронеж. гос. ун-т. – Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2011. – 520 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
03	Владимиров В.С. Уравнения математической физики / В.С. Владимиров. – М : Физматлит, 2003. – 398 с.
04	Владимиров В.С. Сборник задач по уравнениям математической физики / В.С. Владимиров, В.П. Михайлов. – М : Физматлит, 2003. – 286 с.
05	Глушко В.П. Курс уравнений математической физики с использованием пакета Mathematica. Теория и технология решения задач : учеб. пособие / В.П. Глушко, А.В. Глушко. – СПб : Лань, 2010. – 320 с. илл. (+CD).

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Источник
06	http://eqworld.ipmnet.ru – интернет-портал, посвященный уравнениям и методам их решений
07	http://www.lib.vsu.ru - электронный каталог ЗНБ ВГУ
08	http://www.kuchp.ru – 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.)

№ п/п	Источник
09	Владимиров В.С. Уравнения математической физики / В.С. Владимиров. – М : Физматлит, 2003. – 398 с.
10	Владимиров В.С. Сборник задач по уравнениям математической физики / В.С. Владимиров, В.П. Михайлов. – М : Физматлит, 2003. – 286 с.

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

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)

1. Типовое оборудование учебной аудитории

2. Зональная научная библиотека, электронный каталог Научной библиотеки ВГУ
(<http://www.lib.vsu.ru>)

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)
ОПК-1. Готовность использовать фундаментальные знания в области дифференциальных уравнений, в будущей профессиональной деятельности способность к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области способность математически корректно ставить естественные задачи, знание постановок классических задач математики	сформировать и развить способность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности	01-02	КИМ (зачет),
ОПК-2 – способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и	сформировать и развить способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе	01-02	КИМ (зачет)

библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий с учетом основных требований информационной безопасности	информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий с учетом основных требований информационной безопасности		
ОПК-3 – способность к самостоятельной научно-исследовательской работе	сформировать и развить способность к самостоятельной научно-исследовательской работе	01-02	
Промежуточная аттестация		КИМ (Зачет)	

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

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<p>«Зачтено» выставляется студенту, который прочно усвоил предусмотренный программный материал; правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров; показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов; без ошибок выполнил практическое задание.</p> <p>Обязательным условием выставленной оценки является правильное решение предложенных примеров (60%) Дополнительным условием получения оценки «зачтено» могут стать хорошие успехи при выполнении самостоятельной и контрольной работы, систематическая активная работа на лекционных и практических занятиях.</p>	Достаточный	«зачтено»
<p>«Не зачтено» Выставляется студенту, который не справился с 50% вопросов и заданий билета, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем.</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 экзамену (зачету): (нужное выбрать)

Вопросы к зачету:

1. Пространство основных функций D . Непрерывность операции в D .
2. Пространство обобщенных функций D' . Пример функционала из D' .
3. Лемма о диагональной последовательности и теорема о полноте пространства D' .
4. Носитель и нулевое множество обобщенной функции. Дельта-функция Дирака. Дельта-функция Дирака как предел последовательности основных функций.

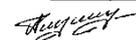
5. Регулярные и сингулярные обобщенные функции. Лемма дю-Буа-Реймонда. Доказательство сингулярности дельта-функции Дирака.
6. Формулы Сохоцкого.
7. Непрерывные операции в D' . Операция дифференцирования. Линейная замена переменной. Умножение на бесконечно дифференцируемую функцию.
8. Обобщенные производные по Соболеву. Пример на вычисление обобщенной производной кусочно-дифференцируемой функции.
9. Свойства обобщенных производных: линейность, непрерывность, бесконечная дифференцируемость, независимость от порядка дифференцирования, формула Лейбница дифференцирования произведения, нерастекание носителя при обобщенном дифференцировании.
10. Пространство основных функций S . Сходимость в S . Вложение D в S .
11. Непрерывность операции в S .
12. Пространство обобщенных функций медленного роста в S' . Сходимость в S' . Вложение S' в D' .
13. Непрерывные операции в S' .
14. Теорема Л.Шварца. Пример обобщенной функции медленного роста.

19.3.4. Контрольные работы

Контрольные работы

Направление подготовки / специальность 02.03.01 Математика и компьютерные науки
 Дисциплина ФТД.В.03 Дополнительные главы уравнений с частными производными
 Курс 3
 Форма обучения Очная
 Вид контроля ___ контрольная работа_№2___
 Вид аттестации Текущая

УТВЕРЖДАЮ
 зав. кафедрой уравнений
 в частных производных
 и теории вероятностей



А.В. Глушко

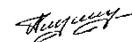
03.06.2018

Вариант № 1

1. Вычислить при помощи определения обобщенную производную от $e^{|x|}$.
2. Используя формулу, связывающую обычную и обобщенную производные, вычислить обобщенную производную от $\text{sgn}(x^2 - 1)$.
3. Используя формулу Лейбница вычислить обобщенную производную от функции

$$y(x) = \begin{cases} \sin x, & x < -1; \\ 1, & -1 \leq x \leq 1; \\ \cos x, & x > 1. \end{cases}$$

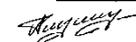
Преподаватель



А.В. Глушко

Направление подготовки / специальность 02.03.01 Математика и компьютерные науки
 Дисциплина ФТД.В.03 Дополнительные главы уравнений с частными производными
 Курс 3
 Форма обучения Очная
 Вид контроля ___ контрольная работа_№2___
 Вид аттестации Текущая

УТВЕРЖДАЮ
 зав. кафедрой уравнений
 в частных производных
 и теории вероятностей



А.В. Глушко

03.06.2018

Вариант № 2

1. Вычислить при помощи определения обобщенную производную от $|x| \sin x$.

2. Используя формулу, связывающую обычную и обобщенную производные, вычислить обобщенную производную от $\operatorname{sgn}(x^2 - 4)$.

3. Используя формулу Лейбница вычислить обобщенную производную от функции

$$y(x) = \begin{cases} 0, & x \leq -1; \\ (x+1)^2, & -1 \leq x \leq 0; \\ x^2 + 1, & x > 0. \end{cases}$$

Преподаватель



А.В. Глушко

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации

Направление подготовки / специальность 02.03.01 Математика и компьютерные науки

Дисциплина ФТД.В.03 Дополнительные главы уравнений с частными производными

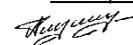
Курс 3

Форма обучения Очная

Вид контроля промежуточная аттестация

Вид аттестации Зачет

УТВЕРЖДАЮ
зав. кафедрой уравнений
в частных производных
и теории вероятностей



А.В. Глушко

03.06.2018

Контрольно-измерительный материал № 1

2. Пространством $D(\mathbb{R}^n)$ называется множество

- бесконечно дифференцируемых функций,
- финитных функций,
- бесконечно дифференцируемых и финитных функций.

Преподаватель



А.В. Глушко

Направление подготовки / специальность 02.03.01 Математика и компьютерные науки

Дисциплина ФТД.В.03 Дополнительные главы уравнений с частными производными

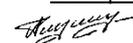
Курс 3

Форма обучения Очная

Вид контроля промежуточная аттестация

Вид аттестации Зачет

УТВЕРЖДАЮ
зав. кафедрой уравнений
в частных производных
и теории вероятностей



А.В. Глушко

03.06.2018

Контрольно-измерительный материал № 2

Пространством $S(\mathbb{R}^n)$ называется множество

- бесконечно дифференцируемых в \mathbb{R}^n функций,
- бесконечно дифференцируемых и финитных в \mathbb{R}^n функций,
- бесконечно дифференцируемых функций которые вместе со всеми своими производными на бесконечности убывают быстрее чем $|x|^{-m}$, где m – произвольное натуральное число.

Преподаватель



А.В. Глушко

Направление подготовки / специальность 02.03.01 Математика и компьютерные науки

Дисциплина ФТД.В.03 Дополнительные главы уравнений с частными производными

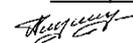
Курс 3

Форма обучения Очная

Вид контроля промежуточная аттестация

Вид аттестации Зачет

УТВЕРЖДАЮ
зав. кафедрой уравнений
в частных производных
и теории вероятностей



А.В. Глушко

3.06.2018

Контрольно-измерительный материал № 3

2. Пространством $S'(\mathbb{R}^n)$ называется множество

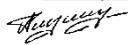
- а) непрерывных функционалов, заданных над пространством $S(\mathbb{R}^n)$,
- б) непрерывных и линейных функционалов, заданных над пространством $S(\mathbb{R}^n)$,
- в) линейных функционалов, заданных над пространством $S(\mathbb{R}^n)$.

Преподаватель



А.В. Глушко

Направление подготовки / специальность 02.03.01 Математика и компьютерные науки
Дисциплина ФТД.В.03 Дополнительные главы уравнений с частными производными
Курс 3
Форма обучения Очная
Вид контроля промежуточная аттестация
Вид аттестации Зачет

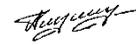
УТВЕРЖДАЮ
зав. кафедрой уравнений в частных производных и теории вероятностей

А.В. Глушко
3.06.2018

Контрольно-измерительный материал № 4

Пространством $D'(\mathbb{R}^n)$ называется

- а) множество линейных и непрерывных функционалов заданных над пространством $D(\mathbb{R}^n)$,
- б) множество функционалов заданных над пространством $D(\mathbb{R}^n)$,
- в) множество линейных функционалов заданных над пространством $D(\mathbb{R}^n)$,
- г) множество непрерывных функционалов заданных над пространством $D(\mathbb{R}^n)$.

Преподаватель



А.В. Глушко

Зачет ставится студенту по результатам написания двух первых контрольных работ и ответа на один из теоретических вопросов. Если студент не сдал контрольные работы, то он сдает текущую аттестацию. Тогда зачет ставится по результатам текущей аттестации.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он правильно ответил на два тестовых вопроса из трех;
- оценка «незачтено» выставляется студенту, если его знания не удовлетворяют вышеприведенным требованиям на положительные оценки.

Составитель



А.В. Глушко

3.06.2018 г.

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

Текущий контроль представляет собой проверку усвоения учебного материала теоретического и практического характера, регулярно осуществляемую на занятиях.

Текущий контроль предназначен для проверки хода и качества формирования компетенций, стимулирования учебной работы обучаемых и совершенствования методики освоения новых знаний. Он обеспечивается проведением контрольных заданий и домашних работ, проверкой конспектов лекций, периодическим опросом слушателей на занятиях.

Формы, методы и периодичность текущего контроля определяет преподаватель.

При текущем контроле уровень освоения учебной дисциплины и степень сформированности компетенции определяются оценками «зачтено» и «незачтено».

Промежуточная аттестация предназначена для определения уровня освоения всего объема учебной дисциплины. Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Промежуточная аттестация, как правило, осуществляется в конце семестра и может завершать изучение как отдельной дисциплины, так и ее разделов. Промежуточная аттестация помогает оценить более крупные совокупности знаний и умений, в некоторых случаях – даже формирование определенных профессиональных компетенций.

На зачете оценивается практический уровень освоения дисциплины и степень сформированности компетенции.