

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.01 Математические модели сплошных сред
Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом

1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:
01.04.01 Математика
2. Профиль подготовки/специализации: Дифференциальные уравнения, Динамические системы и оптимальное управление
3. Квалификация (степень) выпускника: Магистр
4. Форма образования: Очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: Кафедра уравнений в частных производных и теории вероятностей математического факультета
6. Составители программы: Глушко Андрей Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры уравнений в частных производных и теории вероятностей, kuchp2@math.vsu.ru
(ФИО, ученая степень, ученое звание)
7. Рекомендована: Научно-методическим советом математического факультета. Протокол № 0500-07 от 03.07.2018

8. Учебный год: 2018/2019

Семестр(-ы): 2

9. Цели и задачи учебной дисциплины: Цель и задачи изучения дисциплины. Целью специального курса является изложение основ математического моделирования сплошной среды, знакомство студентов с теориями деформации, напряжения, основными положениями гидродинамики. Основной целью курса является построение математических моделей движения идеальных, вязких, сжимаемых, вращающихся, стратифицированных жидкостей.

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)

Курс входит в цикл факультативных дисциплин вариативной части.

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.

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 находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной и прикладной математики	Знать: актуальные и значимые проблемы фундаментальной и прикладной математики. Уметь; решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной и прикладной математики. Владеть; методами решения актуальных и значимых проблем фундаментальной и прикладной математики
ОПК-2	способность создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках	Знать: новые математические модели в естественных науках. Уметь: создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках. Владеть; методами исследования новых математических моделей в естественных науках
ПК-1	способность к интенсивной научно-исследовательской работе	Знать: принципы исследования, нелинейных дифференциальных уравнений с частными производными. Уметь: использовать фундаментальные знания в построения и исследования решений нелинейных дифференциальных уравнений с частными производными. Владеть: методами математического и моделирования при анализе

		математических моделей физических и механических задач для их дальнейшего применения .
--	--	--

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

Знание методов моделирования задач гидродинамического типа может существенно помочь при построении и анализе различных математических моделей, возникающих в физике, химии, биологии, медицине, а также в технике. Кроме того, системы дифференциальных уравнений гидродинамического типа изучаются в целом ряде направлений современной математики.

13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)		
	Всего	По семестрам	
		1 сем.	2 сем
Аудиторные занятия	16	16	16
в том числе: лекции	16	16	16
Практические			
Лабораторные	-		-
Контактная работа со студентами	32	16	16
Самостоятельная работа	40	20	20
Итого:	72	36	36
Форма промежуточной аттестации			зачет

13.1. Содержание дисциплины:

Контактная работа со студентами

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Количество часов
03	Гидродинамика	Основы гидродинамики. Распределение скоростей в произвольно малой частице сплошной среды. Роль слагаемого $\nabla\Phi$ в представлении $\vec{v}^1 = \vec{v} + \nabla\Phi + \vec{\omega} \times \vec{\rho} + \rho_0 \cdot o(1)$. Формула дифференцирования по времени интеграла, взятого по подвижному объему. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера. Уравнения движения сплошной среды. Ограничения, налагаемые уравнением	8

		количества движения на напряжения. Дальнейшие преобразования уравнений движения сплошной среды. Тензорная поверхность тензора напряжений.	
		Идеальная жидкость. Идеальные жидкость и газ. Уравнения движения идеальной жидкости (уравнения Эйлера). Уравнения движения идеальной жидкости в форме Громеки-Лемба	8
		Вязкая жидкость. Определение вязкой жидкости. Закон Навье-Стокса. Изотропная среда. Доказательство представлений коэффициентов зависимости B_{ijpq} из закона Навье-Стокса. Закон Навье-Стокса для изотропной вязкой среды. Уравнения движения изотропной жидкости. Вязкая несжимаемая жидкость. Линеаризация уравнений движения вязкой несжимаемой жидкости	8
		Сжимаемые и стратифицированные жидкости. Сжимаемые жидкости. Уравнения движения. Уравнения движения сжимаемой жидкости во вращающейся системе координат. Стратифицированные жидкости. Физический смысл частоты Вейсяля-Брента. Система уравнений, описывающая внутренние гравитационно-гироскопические волны	8

Самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Количество часов
03	Гидродинамика	1. Общее уравнение движения жидкого объема. 2. Напряжение в жидкой среде. 3. Теорема Коши-Гельмгольца. 4. Уравнения Эйлера. 5. Модели жидких идеальных сред. 6. Понятие вязкой жидкости. 7. Закон Навье-Стокса. 8. Модели жидких вязких сред.	14
04	Частные случаи и примеры	1. Основные свойства потенциального движения несжимаемой жидкости в односвязных областях (свойства гармонических функций:	26

		<p>принцип максимума, теорема о среднем; простейшие внутренние краевые задачи для уравнения Лапласа).</p> <p>2. Плоские задачи о движении тел в идеальной жидкости (примеры постановок внешних краевых задач Дирихле и Неймана для уравнения Лапласа). Стационарное течение вязкой однородной жидкости в трубах: а) течение в трубах с круговым и эллиптическим сечениями (краевая задача Дирихле для уравнения Лапласа в круге); б) течение в трубе с прямоугольным сечением и течение в плоском канале с твердыми стенками (краевая задача Дирихле для уравнения Лапласа в прямоугольнике).</p> <p>3. Распределение скоростей в идеальной несжимаемой жидкости при ускоренном движении сферы (краевая задача Неймана для уравнения Лапласа вне шара).</p> <p>4. Нестационарное течение вязкой однородной жидкости в трубе с круговым сечением (начально-краевая задача Дирихле для уравнения теплопроводности в круге).</p> <p>5. Нестационарные слоистые течения: тангенциальный разрыв (задача Коши для уравнения теплопроводности на бесконечной прямой).</p>	
--	--	--	--

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 и самостоятельная работа студентов.

В ходе подготовки к контактным занятиям необходимо прочитать конспекты лекций и ознакомиться с дополнительной литературой по курсу ФТД.1. Математические модели сплошных сред.. 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 приобретается 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	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).
02	Глушко А.В. Математическое моделирование гидродинамических процессов / А.В. Глушко, В.Е. Петрова. – Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2013. – 79 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
02	Глушко А.В. Математические модели в гидродинамике / А.В. Глушко, В.П. Глушко. – Воронеж, 2003. – № 625. – 38 с.
03	Глушко, А.В. Асимптотические методы в задачах гидродинамики / А.В.Глушко .— Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 2003 .— 300 с.
04	Самуль В.И. Основы теории упругости и пластичности / В.И. Самуль. – М. : Наука, 1970. - 273с.
05	Седов Л.И. Механика сплошной среды / Л.И. Седов. - М.: Наука, 1976 .-Т. 1. - 535 с.
06	Бреховских Л.М. Введение в механику сплошной среды / Л.М. Бреховских, В.В. Гончаров. – М. : Наука, 1982. – 329 с.
07	Ильюшин А.А. Механика сплошной среды / А.А. Ильюшин. – М. : МГУ, 1990, – 310 с.
08	Ладыженская О.А. Математические вопросы динамики вязкой несжимаемой жидкости / О.А. Ладыженская. – М. : Наука, 1970. – 288 с.

в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

№ п/п	Источник
07	http://eqworld.ipmnet.ru – интернет-портал, посвященный уравнениям и

	<i>методам их решений</i>
08	http://www.lib.vsu.ru - электронный каталог ЗНБ ВГУ
09	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
02	Глушко А.В. Математические модели в гидродинамике / А.В. Глушко, В.П. Глушко. – Воронеж, 2003. – № 625. – 38 с.
03	Глушко, А.В. Асимптотические методы в задачах гидродинамики / А.В.Глушко .— Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 2003 .— 300 с.
04	Самуль В.И. Основы теории упругости и пластичности / В.И. Самуль. – М. : Наука, 1970. - 273с.
05	Седов Л.И. Механика сплошной среды / Л.И. Седов. - М.: Наука, 1976 .-Т. 1. - 535 с.
06	Бреховских Л.М. Введение в механику сплошной среды / Л.М. Бреховских, В.В. Гончаров. – М. : Наука, 1982. – 329 с.
07	Ильюшин А.А. Механика сплошной среды / А.А. Ильюшин. – М. : МГУ, 1990, – 310 с.
08	Ладыженская О.А. Математические вопросы динамики вязкой несжимаемой жидкости / О.А. Ладыженская. – М. : Наука, 1970. – 288 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,	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)

	умений, навыков)		
ОПК-1. Способность находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной и прикладной математики.	Сформировать и развить способность находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной и прикладной математики.	Гидродинамика. Частные случаи и примеры.	эссе
ОПК-2. Способность создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках.	Сформировать и развить способность создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках.	Гидродинамика. Частные случаи и примеры.	эссе
ПК-1. Способность к интенсивной научно-исследовательской работе	Изучить принципы исследования, нелинейных дифференциальных уравнений с частными производными. Уметь: использовать фундаментальные знания в построения и исследования решений нелинейных дифференциальных уравнений с частными производными. Владеть: методами математического и моделирования при анализе математических моделей физических и механических задач для их дальнейшего применения	Гидродинамика. Частные случаи и примеры.	эссе
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>Обучающийся не владеет основами учебно-программного материала, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка "незачтено" ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.</p>	-	«Незачет»
<p>Оценка «зачтено» выставляется обучающимся, обнаружившим всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка "отлично" выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала. Оценка «отлично» выставляется, если студент в полном объеме и правильно ответил на все вопросы контрольно-измерительного материала (как на теоретическую, так и на практическую части)</p>	Базовый	"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)

Темы эссе (рефератов, докладов, сообщений)

по дисциплине

ФТД.1 Математические модели сплошных сред

(наименование дисциплины)

1 . Основные свойства потенциальных движений идеальной несжимаемой жидкости в односвязных областях. (Свойства гармонических функций (принцип максимума, теорема о среднем). Простейшие внутренние краевые задачи для уравнения Лапласа).

2 . Плоские задачи о движении тел в идеальной жидкости. (Примеры постановок внешних краевых задач Дирихле и Неймана для уравнения Лапласа).

3 . Стационарные течения вязкой однородной жидкости в трубах. Течение в трубах с круговым и эллиптическим сечением. (Краевая задача Дирихле для уравнения Пуассона в круге).

4. Стационарные течения вязкой однородной жидкости в трубах. Течение в трубе с прямоугольным сечением и течение в плоском канале с твердыми стенками. (Краевая задача Дирихле для уравнения Пуассона в прямоугольнике).

5. Распределение скоростей в идеальной несжимаемой жидкости при ускоренном движении сферы. (Краевая задача Неймана для уравнения Лапласа во внешности шара. Единственность решения внешних задач в трехмерном случае).

6. Нестационарное течение вязкой жидкости в трубе с круговым сечением. (Начально-краевая задача для уравнения теплопроводности в круге).

7. Нестационарные слоистые течения.

8. Тангенциальный разрыв. (задача Коши для уравнения теплопроводности на бесконечной прямой).

9. Движение твердой поверхности. (Начально-краевая задача Дирихле для уравнения теплопроводности на полупрямой).

10. Течение под действием касательного напряжения. (начально-краевая задача Неймана для уравнения теплопроводности на полупрямой).

Критерии оценки эссе:

- Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он полностью разобрался в предложенном материале, установил связи между гидродинамическими моделями и изученными на курсе УМФ (УЧП) задачами, при этом качественно скомпоновал и изложил материал эссе.

- Оценка «незачтено» » выставляется студенту, если он не смог разобраться в предложенном материале и (или) изложил материал некачественно.

19.3.2 Перечень практических заданий

19.3.3 Тестовые задания

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.

К форме контроля относится сдача эссе.

Задание для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены *на оценивание*:

1. уровня освоения теоретических и практических понятий, научных основ профессиональной деятельности;

2. степени готовности обучающегося применять теоретические и практические знания и профессионально значимую информацию, сформированности когнитивных умений.

3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

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

Критерии оценки по курсу приведены выше