

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по научной работе
и инновациям, профессор
_____ М. Г. Барышев



27» «апреля» 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.2.1. Уравнения гидродинамического типа

Направление подготовки: 01.06.01 Математика и механика

Профиль: 01.01.01 Вещественный, комплексный и функциональный анализ

Форма обучения: очная

Квалификация (степень): Исследователь. Преподаватель-Исследователь

Краснодар 2018

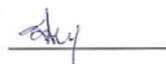
Рабочая программа дисциплины «Уравнения гидродинамического типа» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика, профиль: Вещественный, комплексный и функциональный анализ.

Руководитель ООП,



Е.А. Щербаков

Составитель программы,



А.Э. Бирюк

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры теории функций
от 10.04.2018 г., протокол № 7.

Декан факультета математики и компьютерных наук



Грушевский С.П.

Зав. кафедрой теории функций



В.А. Лазарев

Зав. отделом аспирантуры



Е.В. Строганова

1 Цели и задачи изучения дисциплины.

1.1 Цель освоения дисциплины.

Целью освоения дисциплины «Уравнения гидродинамического типа» является подготовка в области применения современных математических методов для решения задач математического моделирования в научных исследованиях и образовании, получение высшего профессионального образования, позволяющего выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности с применением современных математических методов по специальности 01.01.01 Вещественный, комплексный и функциональный анализ.

1.2 Задачи дисциплины.

Задачей курса является ознакомление аспирантов с методологическими подходами, позволяющими безотносительно к конкретным областям приложений строить адекватные математические модели изучаемых объектов; с некоторыми математическими моделями в научных исследованиях и образовании и основными методами исследования полученных математических моделей.

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Уравнения гидродинамического типа» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Программа рассчитана на аспирантов, прослушавших курс «Современные вопросы теории функций».

Знания, полученные в этом курсе, необходимы для проведения научно-исследовательской работы и успешной сдачи государственной итоговой аттестации.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональных компетенций: ПК-2. Для того чтобы формирование компетенции ПК-2 было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы аспирантуры, должен знать основные понятия и методы теории обыкновенных дифференциальных уравнений, математического анализа, функционального анализа; уравнений в частных производных, теоретической механики, уметь работать с численными методами и основными пакетами прикладных программ, владеть математическим аппаратом и информационными технологиями для выполнения вычислительных экспериментов, статистической обработки и графической интерпретации результатов, навыками выбора методов и средств решения задач исследования.

№ п.п	Индекс компет енции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1	ПК-2	готовность к постановке профессиональных задач в	требования к содержанию правила оформления	использовать и совершенствовать методы и программное	методами планирования, подготовки, проведения НИР,

№ п.п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		области научно-исследовательской и практической деятельности, подбору, развитию и совершенствованию методов их решения на базе современных достижений в области вещественного, комплексного и функционального анализа	рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях Шифр 3 (ПК-2)-2	обеспечения для расчета исследуемых характеристик объектов и процессов на базе современных достижений в области механики, прикладной математики и ИТ Шифр: У(ПК-2)-1	анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по профилю 01.01.01 Вещественный, комплексный и функциональный анализ Шифр: В (ПК-2)-1

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Курс (часы)
		3
Контактная работа, в том числе:		
Аудиторные занятия (всего):	44	44
Занятия лекционного типа	8	8
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	18	18
Лабораторные занятия	18	18
Самостоятельная работа, в том числе	64	64
Отработка навыков решения практических задач	16	16
Изучение теоретического материала	24	24
Подготовка к текущему контролю	24	24
Промежуточная аттестация		зачет
Общая трудоемкость	час.	108
	в том числе контактная работа	44
	зач. ед.	3

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы дисциплины, изучаемые на 3 курсе (очная форма)

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1.	Математика и математическое моделирование	18	2	6	6	4
2.	Прямые и обратные задачи математического моделирования. Универсальность математических моделей, метод аналогий. Принцип иерархии ММ.	46	4	6	6	30
3.	Математические методы моделирования и численные методы анализа ММ.	44	2	6	6	30
	<i>Итого по дисциплине:</i>	108	8	18	18	64

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Математика и математическое моделирование	Основные этапы математического моделирования: - создание качественной модели; - создание математической модели (постановка математической задачи); - изучение математической модели (математическое обоснование модели, качественное исследование модели, численное исследование модели, создание и реализация программы); - получение результатов и их интерпретация; - использование полученных результатов.	Устный опрос
2.	Прямые и обратные задачи математического моделирования. Универсальность математических моделей, метод аналогий. Принцип иерархии ММ.	Прямые задачи ММ. Обратные задачи ММ (задачи распознавания, задачи синтеза). Примеры задач, приводящих к сходным ММ. Примеры построения ММ “от простого к сложному”.	Устный опрос
3.	Математические методы моделирования и	Детерминированные и стохастические ММ. Классы математических задач, описывающих эти ММ. Основные приемы решения. Роль численного	Устный опрос

	численные методы анализа ММ.	анализа.	
--	------------------------------	----------	--

2.3.2 Занятия семинарского типа.

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Математика и математическое моделирование	Эллиптические, гиперболические, параболические уравнения. Краевые задачи. Уравнение неразрывности. Координаты Лагранжа и Эйлера.	Устный опрос
2.	Прямые и обратные задачи математического моделирования. Универсальность математических моделей, метод аналогий. Принцип иерархии ММ.	Вывод уравнения Навье-Стокса. Понятия сильного и слабого решения. Методы построения слабого решения. Метод Лерэ. Метод искусственной сверхвязкости.	Доклад-сообщение
3.	Математические методы моделирования и численные методы анализа ММ.	Вывод уравнения Эйлера для идеальной несжимаемой жидкости. Теорема существования и единственности для двумерного случая. Не единственность слабого решения. Законы сохранения. Энтропия. Решения Максвелла. Функционал Бони. Известные теоремы существования и единственности.	Доклад-сообщение

2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование раздела	Тематика лабораторных занятий	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Математика и математическое моделирование	Классификация уравнений математической физики. Идеальная несжимаемая жидкость.	Устный опрос
2.	Прямые и обратные задачи математического моделирования. Универсальность математических моделей, метод аналогий. Принцип иерархии ММ.	Система Навье-Стокса. Энергетическое равенство и неравенство. Проблема возможной сингулярности системы Навье-Стокса.	Устный опрос
3.	Математические методы моделирования и численные методы анализа ММ.	Уравнение Эйлера для идеальной несжимаемой жидкости. Уравнение Бюргера как упрощённая модель	Устный опрос

	гидродинамики. Уравнение Больцмана.	
--	-------------------------------------	--

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Отработка навыков решения практических задач	1. Основы современных компьютерных технологий// [Брякалов Г. А. и др.] ; под ред. А. Д. Хомоненко. - СПб. : КОРОНА принт , 2005. - 672 с. 2. А. Д. Мышкис. Элементы теории математических моделей. - Изд. 3-е, испр. - М. : URSS, 2007. - 191 с. 3. В. И. Юдович. Математические модели естественных наук: Лань, 2011. - 336 с. c.https://e.lanbook.com/book/689#book_name
2	Изучение теоретического материала	1. Основы современных компьютерных технологий// [Брякалов Г. А. и др.] ; под ред. А. Д. Хомоненко. - СПб. : КОРОНА принт , 2005. - 672 с. 2. А. Д. Мышкис. Элементы теории математических моделей. - Изд. 3-е, испр. - М. : URSS, 2007. - 191 с. 3. В. И. Юдович. Математические модели естественных наук: Лань, 2011. - 336 с. c.https://e.lanbook.com/book/689#book_name
3	Подготовка к текущему контролю	1. Основы современных компьютерных технологий// [Брякалов Г. А. и др.] ; под ред. А. Д. Хомоненко. - СПб. : КОРОНА принт , 2005. - 672 с. 2. А. Д. Мышкис. Элементы теории математических моделей. - Изд. 3-е, испр. - М. : URSS, 2007. - 191 с. 3. В. И. Юдович. Математические модели естественных наук: Лань, 2011. - 336 с. c.https://e.lanbook.com/book/689#book_name

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

Используется как традиционная информационно-объяснительная подача материала, так и интерактивная подача материала с мультимедийной системой. Компьютерные технологии в данном случае обеспечивают возможность разнопланового отображения алгоритмов и демонстрационного материала. Такое сочетание позволяет оптимально использовать отведённое время и раскрывать логику и содержание дисциплины.

Семинары в диалоговом режиме предполагают обсуждение вопросов по рекомендованной к изучению литературе и документам, а также вопросы на знание проблем и противоречий изучаемой темы, раскрывающие отношение слушателей к этим проблемам и противоречиям.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

Вопросы для устного опроса на лекционных занятиях

1. Основные этапы математического моделирования.
2. Создание математической модели (постановка математической задачи), примеры.
3. Изучение математической модели (математическое обоснование модели, качественное исследование модели, численное исследование модели, создание и реализация программы), примеры.
4. Прямые и обратные задачи математического моделирования, примеры.
5. Примеры задач, приводящих к сходным математическим моделям.
6. Примеры построения математической модели “от простого к сложному”.
7. Детерминированные и стохастические математические модели.
8. Необходимость применения численных методов для решения краевых задач математической физики.
9. Пример нелинейной задачи математической физики (задача электродиффузии).
10. Подход к численному решению задачи электродиффузии (построение приближённой задачи методом сеток, её линеаризация, проблема сходимости, метод решения)

Вопросы для устного опроса на практических занятиях

1. Построение простейшей модели зарплаты и занятости.
2. Построение простейшей модели полета снаряда.
3. Построение более сложных моделей полета снаряда.
4. Построить математические модели задач диффузии и теплопроводности.
5. Решить методом разделения переменных начально-краевую задачу для уравнения теплопроводности.
6. Решить методом разделения переменных начально-краевую задачу для уравнения гиперболического типа.

7. Показать, что такое уравнения математической физики, где и как они возникают и как решаются. Кратко обсудить классификацию уравнений.

8. Показать, как уравнения параболического типа применяются для решения задач диффузии и теплопроводности. Показать, как в задачах параболического типа возникают разнообразные граничные условия.

Темы доклада-сообщения

1. Формальный вывод энергетического неравенства.
2. Локальное энергетическое неравенство.
3. Теоремы существования и единственности для решений уравнения Бюргера.
4. Свойства решений уравнения Бюргера. Принцип максимума.
5. Вывод уравнения Больцмана. Свойства решений.
6. Метод Хопфа (или приближения Галёркина).

Вопросы для устного опроса на лабораторных занятиях

1. Метод разделения переменных и его применение для решения уравнений параболического типа. Пример.

2. Дать понятие интегрального преобразования и привести пример его применения для решения уравнений параболического типа.

3. Уравнения гиперболического типа, их применение для решения задач колебания струны и мембраны. Показать, как в задачах гиперболического типа возникают разнообразные граничные условия.

4. Простейшие методы решения уравнений гиперболического типа.

5. Метод разделения переменных для решения уравнения Лапласа. Пример.

6. Пример нелинейной задачи математической физики. Постановка задачи электродиффузии, обсуждение вопроса о её корректности. Необходимость численного решения задачи электродиффузии.

7. Понятие о методе сеток. Примеры.

8. Метод сеток для задачи электродиффузии. Линеаризация разностной задачи, проблема сходимости, метод решения.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Вопросы к зачету

1. Классификация уравнений математической физики. Эллиптические, гиперболические, параболические уравнения. Краевые задачи.

2. Идеальная несжимаемая жидкость. Уравнение неразрывности. Координаты Лагранжа и Эйлера.

3. Система Навье-Стокса. Вывод уравнения. Понятия сильного и слабого решения. Методы построения слабого решения. Метод Хопфа (или приближения Галёркина). Метод Лерэ. Метод искусственной супервязкости.

4. Энергетическое равенство и неравенство. Формальный вывод энергетического неравенства. Локальное энергетическое неравенство.

5. Проблема возможной сингулярности системы Навье-Стокса. Сингулярные точки. Локальные теоремы регулярности. Теорема Каффарелли-Кона-Ниренберга.

6. Уравнение Эйлера для идеальной несжимаемой жидкости. Вывод уравнения. Теорема существования и единственности для двумерного случая. Не единственность слабого решения.

7. Уравнение Бюргера как упрощенная модель гидродинамики. Теоремы существования и единственности. Свойства решений. Принцип максимума.
8. Уравнение Больцмана. Вывод уравнения. Свойства решений. Законы сохранения. Энтропия. Решения Максвелла. Функционал Бони. Известные теоремы существования и единственности.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

5.1 Основная литература:

1. Юдович, В.И. Математические модели естественных наук [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Юдович. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 336 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/689>. — Загл. с экрана.
2. Элементы теории математических моделей [Текст] : [написание уравнений, упрощение уравнений, выбор решений] / А. Д. Мышкис. - Изд. 3-е, испр. - М. : [КомКнига] : URSS, 2007. - 191 с. - Библиогр.: с. 186-187. - ISBN 5484009537. - ISBN 9785484009534
3. Основы современных компьютерных технологий [Текст] : учебник для подготовки бакалавров / [Г. А. Брякалов и др.] ; под ред. А. Д. Хомоненко. - СПб. : КОРОНА принт, 2005. - 672 с. : ил. - Библиогр. в конце частей. - ISBN 579310318X

5.2 Дополнительная литература:

1. Математическое моделирование: идеи, методы, примеры [Текст] / А. А. Самарский, А. П. Михайлов. - Изд. 2-е, испр. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 320 с. : ил. - Библиогр. : с. 313-316. - ISBN 592210120X.

5.3. Периодические издания:

- 1) Вестник МГУ. Серия: Математика. Механика; <http://vestnik.math.msu.su/>
- 2) Вестник СПбГУ. Серия: Математика. Механика. Астрономия; <http://vestnik.spbu.ru/>
- 3) Известия ВУЗов. Серия: Математика; <https://kpfu.ru/>
- 4) Известия РАН (до 1993 г. Известия АН СССР). Серия: Математическая; <http://www.mathnet.ru/>

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. ЭБС "Университетская библиотека ONLINE" – <http://biblioclub.ru/>
2. Электронная библиотечная система издательства "Лань" – <http://e.lanbook.com/>
3. Электронная библиотечная система "Юрайт" – <http://www.biblio-online.ru/>
4. Scopus – база данных рефератов и цитирования – <http://www.scopus.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) – <http://www.elibrary.ru/>
6. Архив научных журналов – <http://archive.neicon.ru/>
7. Электронная Библиотека Диссертаций – <https://dvs.rsl.ru/>
8. Национальная электронная библиотека – <http://нэб.рф/>
9. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций – <http://infoneeds.kubsu.ru/>

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .

Успешное освоение дисциплины требует от аспирантов регулярного посещения лекций, а также активной работы на практических и лабораторных занятиях, ознакомления с основной и дополнительной рекомендуемой литературой.

Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию программы-минимума.

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал и поднимаются проблемные вопросы; практических занятий, на которых широко используются активные и интерактивные образовательные технологии, в том числе доклады-сообщения; лабораторных, в процессе проведения которых обучающиеся отрабатывают навыки решения конкретных научных задач. При подготовке к лекционному занятию аспирантам рекомендуется:

- 1) просмотреть записи предыдущей лекции и восстановить в памяти ранее изученный материал;
- 2) бегло просмотреть материал предстоящей лекции, с целью лучшего усвоения нового материала;
- 3) самостоятельно проработать отдельные фрагменты темы прошлой лекции, если это необходимо.

На лабораторных занятиях изучаются вопросы реализации методов решения изучаемых уравнений. Аспирант должен правильно выбрать метод решения, знать основные этапы решения и уметь их реализовать. По отдельным темам аспирантам поручается выступить с докладами на практических занятиях, который может быть в виде презентации.

Важнейшими составляющими курса являются такие виды занятий, как мозговой штурм и занятие – конференция, на которых по максимуму осуществляется активизация творческой деятельности обучающихся; а также самостоятельная работа аспирантов. В процессе самостоятельной работы обучающимися активно используются информационные справочные системы.

Для аспиранта большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала, проводимая научным руководителем.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

8.1 Перечень информационных технологий.

- Использование электронных презентаций при проведении лекционных и практических занятий.
- Использование электронной почты преподавателей и обучающихся для рассылки, переписки и обсуждения возникших учебных проблем.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

- Microsoft Windows
- Офисный пакет приложений Microsoft Office Professional Plus

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Научная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru>).
2. Электронная библиотечная система издательства «Лань» (<http://e.lanbook.com>).
3. Электронная библиотечная система «Юрайт» (<http://www.biblio-online.ru>).
4. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» (<http://cyberleninka.ru>).
5. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» (www.biblioclub.ru).
6. Реферативная база данных (<https://www.scopus.com>)

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащённость
1.	Лекционные занятия	Комплект учебной мебели, меловая (маркерная) доска, компьютерная техника с подключением к сети Интернет, переносное мультимедийное оборудование (проектор).
2.	Семинарские занятия	Комплект учебной мебели, меловая (маркерная) доска, компьютерная техника с подключением к сети Интернет, переносное мультимедийное оборудование (проектор).
3.	Лабораторные занятия	Комплект учебной мебели, меловая (маркерная) доска, компьютерная техника с подключением к сети Интернет, переносное мультимедийное оборудование (проектор).
4.	Групповые (индивидуальные) консультации	Комплект учебной мебели, меловая (маркерная) доска, компьютерная техника с подключением к сети Интернет, переносное мультимедийное оборудование (проектор).
5.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Комплект учебной мебели, меловая (маркерная) доска.
6.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.