

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

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
алгебры и топологических  
методов анализа



В.Г. Звягин  
30.06.2018г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.04 Введение в общую теорию математических моделей**  
**неньютоновых сред**

**1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**

01.04.01 Математика

**2. Профиль подготовки/специализация:** Математическое моделирование

**3. Квалификация (степень) выпускника:** Магистр

**4. Форма обучения:** Очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** Кафедра алгебры и топологических методов анализа

**6. Составители программы:** Звягин Виктор Григорьевич, к. ф.-м. н.

**7. Рекомендована:** НМС математического факультета, протокол № 0500-07 от 03.07.2018

**8. Учебный год:** 2018-2019

**Семестр(ы):** 1

**9. Цели и задачи учебной дисциплины:** Овладение знаниями в области математической гидродинамики неньютоновских сред

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Данный курс требует от студентов знания основных понятий и теорем предыдущих курсов: «Уравнения в частных производных», «Функциональный анализ», «Топологические методы нелинейного анализа», СК «Математические модели водных растворов полимеров».

**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   |   |
| ПК-1        | способность к интенсивной научно-исследовательской работе  | знать: как определить общие формы и закономерности интенсивной научно-исследовательской работы.<br>уметь: определять общие формы закономерности интенсивной научно-исследовательской работы<br>владеть: навыками, позволяющими определять общие формы и закономерности интенсивной научно-исследовательской работы. |
| ПК-2        | способность к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, к управлению научным коллективом | знать: структуру научно-исследовательских работ, основы организации научных семинаров<br>уметь: определять тематику научного исследования<br>владеть: методами научного исследования  |
| ПК-3        | способность публично представить собственные новые научные результаты  | знать: структуру научно-исследовательских работ, основы организации научных семинаров<br>уметь: определять тематику научного исследования<br>владеть: методами научного исследования  |

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.**(в соответствии с учебным планом) — 4/144

**Форма промежуточной аттестации** экзамен

**13. Виды учебной работы**

| Вид учебной работы             | Трудоемкость |              |
|--------------------------------|--------------|--------------|
|                                | Всего        | По семестрам |
|                                |              | 2            |
| Аудиторные занятия             | 48           | 48           |
| в том числе: лекции            | 16           | 16           |
| практические                   | -            | -            |
| лабораторные                   | 32           | 32           |
| Самостоятельная работа         | 60           | 60           |
| Форма промежуточной аттестации | 36           | Экзамен - 36 |
| Итого:                         | 144          | 144          |

### 13.1. Содержание дисциплины

| п/п                           | Наименование раздела дисциплины                   | Содержание раздела дисциплины  |
|-------------------------------|---|--|
| <b>1. Лекции</b>              |   |  |
| 1.1                           | Задача описание движения жидкости                 | Вывод основного уравнения движения среды. Вывод условий неразрывности и не сжимаемости среды   |
| 1.2                           | Функциональные пространства. Теоремы вложения     | Основные функциональные пространства. Основные теоремы вложения функциональных пространств   |
| 1.3                           | Реология  | Метод механических моделей. Структурная модель тела. Свойства материалов, описываемых реологическим соотношением.  |
| 1.4                           | Математическая модель движения жидкости с памятью | Различные математические модели, описывающие движение жидкостей с памятью. Аппроксимационные задачи. Операторные трактовки. Априорные оценки. Предельный переход. Теоремы существования. |
| 1.5                           | Математическая модель Джеффриса                   | Аппроксимационные задачи. Операторные трактовки. Априорные оценки. Предельный переход. Теоремы существования.  |
| 1.6                           | Математическая модель Бингама                     | Аппроксимационные задачи. Операторные трактовки. Априорные оценки. Предельный переход. Теоремы существования.  |
| <b>3. Лабораторные работы</b> |   |  |
| 3.1                           | Задача описание движения жидкости                 | Вывод основного уравнения движения среды. Вывод условий неразрывности и не сжимаемости среды   |
| 3.2                           | Функциональные пространства. Теоремы вложения     | Основные функциональные пространства. Основные теоремы вложения функциональных пространств   |
| 3.3                           | Реология  | Метод механических моделей. Структурная модель тела. Свойства материалов, описываемых реологическим соотношением.  |
| 3.4                           | Математическая модель движения жидкости с памятью | Различные математические модели, описывающие движение жидкостей с памятью. Аппроксимационные задачи. Операторные трактовки. Априорные оценки. Предельный переход. Теоремы существования. |
| 3.5                           | Математическая модель Джеффриса                   | Аппроксимационные задачи. Операторные трактовки. Априорные оценки. Предельный переход. Теоремы существования.  |
| 3.6                           | Математическая модель Бингама                     | Аппроксимационные задачи. Операторные трактовки. Априорные оценки. Предельный переход. Теоремы существования.  |

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

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины            | Виды занятий (часов) |              |              |                        | Всего |
|-------|---|----------------------|--------------|--------------|------------------------|-------|
|       |   | Лекции               | Практические | Лабораторные | Самостоятельная работа |       |
| 1     | Задача описание движения жидкости                 | 2                    | -            | 4            | 12                     | 6     |
| 2     | Функциональные пространства. Теоремы вложения     | 4                    | -            | 8            | 10                     | 12    |
| 3     | Реология  | 2                    | -            | 4            | 10                     | 6     |
| 4     | Математическая модель движения жидкости с памятью | 2                    | -            | 4            | 10                     | 6     |
| 5     | Математическая модель Джеффриса                   | 4                    | -            | 8            | 12                     | 12    |
| 6     | Математическая модель Бингама                     | 4                    | -            | 8            | 8                      | 12    |
|       | Итого:  | 16                   | -            | 32           | -                      | 72    |

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

Преподавание дисциплины заключается в чтении лекций и проведении лабораторных занятий. На лекциях рассказывается теоретический материал

#### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

| № п/п | Источник  |
|-------|---|
| 1     | Звягин В.Г. Математические вопросы гидродинамики вязкоупругих сред / В.Г. Звягин, М.В. Турбин .— М. : URSS, 2012 .— 412 с.                      |
| 2     | Звягин В.Г. Аппроксимационно-топологический подход к исследованию задач гидродинамики / В.Г. Звягин, В.Т. Дмитриенко. – М.: УРСС, 2004. – 112с. |

б) дополнительная литература:

| № п/п | Источник   |
|-------|--|
| 1     | Глушко А. В. Уравнения математической физики : учебное пособие / А.В. Глушко, А.Д. Баев, А.С. Рябенко ; Воронеж. гос. ун-т .— Воронеж : ИПЦ ВГУ : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2011 .— 520 с. |
| 2     | Боровских А. В. Лекции по обыкновенным дифференциальным уравнениям / А.В. Боровских, А.И. Перов .— 2-е изд., испр. и доп. — Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2014 .— 548 с.             |

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

| № п/п | Ресурс   |
|-------|--|
| 1.    | Электронный каталог ЗНБ ВГУ<br><a href="http://www.lib.vsu.ru/?p=4">http://www.lib.vsu.ru/?p=4</a>                           |
| 2.    | Электронно-библиотечная система издательства «Лань»<br><a href="https://lanbook.lib.vsu.ru/">https://lanbook.lib.vsu.ru/</a> |

\* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы

#### 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

#### 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 вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)

Аудитории для проведения лекционных и лабораторных занятий

---

#### 19. Фонд оценочных средств:

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

| Код и | Планируемые результаты обучения | Этапы формирования |  |
|-------|---------------------------------|--------------------|--|
|-------|---------------------------------|--------------------|--|

| содержание компетенции (или ее части)   | (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)  | компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)   | ФОС* (средства оценивания) |
|---|---|--|----------------------------|
| ПК-1:<br>способность к интенсивной научно-исследовательской работе  | знать: как определить общие формы и закономерности интенсивной научно-исследовательской работы.<br>уметь: определять общие формы закономерности интенсивной научно-исследовательской работы<br>владеть: навыками, позволяющими определять общие формы и закономерности интенсивной научно-исследовательской работы. | 1.Задача описание движения жидкости<br>2.Функциональные пространства.<br>Теоремы вложения<br>3.Реология<br>4.Математическая модель движения жидкости с памятью<br>5.Математическая модель Джеффриса<br>6.Математическая модель Бингама | КИМ                        |
| ПК-2:<br>способность к организации научных исследований и научно-производственных работ, к управлению научным коллективом | знать: структуру научно-исследовательских работ, основы организации научных семинаров<br>уметь: определять тематику научного исследования<br>владеть: методами научного исследования  | 1.Задача описание движения жидкости<br>2.Функциональные пространства.<br>Теоремы вложения<br>3.Реология<br>4.Математическая модель движения жидкости с памятью<br>5.Математическая модель Джеффриса<br>6.Математическая модель Бингама | КИМ                        |
| ПК-3:<br>способность публично представить собственные новые научные результаты  | знать: структуру научно-исследовательских работ, основы организации научных семинаров<br>уметь: определять тематику научного исследования<br>владеть: методами научного исследования  | 1.Задача описание движения жидкости<br>2.Функциональные пространства.<br>Теоремы вложения<br>3.Реология<br>4.Математическая модель движения жидкости с памятью<br>5.Математическая модель Джеффриса<br>6.Математическая модель Бингама | КИМ                        |

\* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

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

Для оценивания результатов обучения при промежуточной аттестации используются следующие показатели:

1. Систематичность работы обучающегося, степень его ответственности при прохождении обучения и выполнение видов профессиональной деятельности:
  - своевременная подготовка индивидуального плана занятия;
  - систематическое посещение занятий и анализ работ, проводимых на занятиях;
  - выполнение плана работ в соответствии с утвержденным графиком.
2. Уровень профессионализма, демонстрируемый обучающимся:
  - полнота охвата необходимой литературы;
  - способность работать с литературой;

- умение выделять и формулировать цели и задачи профессиональной деятельности;

- выполнение плана работы в соответствии с утвержденным графиком;

- демонстрация навыков по выполнению отдельных заданий;

- подготовленный отчет по пройденному материалу.

Для оценивания результатов обучения на зачете используется – зачтено/незачтено.

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения:

| Критерии оценивания компетенций   | Уровень сформированности компетенций | Шкала оценок        |
|---|--------------------------------------|---------------------|
| Всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой. Знакомство с основной и дополнительной литературой, рекомендованной программой. Усвоение взаимосвязей основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала. | Высокий уровень                      | Отлично             |
| Полное знание учебно-программного материала, успешное выполнение предусмотренных в программе заданий, знание основной литературы, рекомендованной в программе. Систематический характер знаний по дисциплине и способность к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.  | Хороший уровень                      | Хорошо              |
| Знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, выполнение заданий, предусмотренных программой, знакомство с основной литературой, рекомендованной программой. Допустимы погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но наличие необходимых знаний для их устранения под руководством преподавателя.    | Пороговый уровень                    | Удовлетворительно   |
| Пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Невозможность продолжения обучения или начала профессиональной  |                                      | Неудовлетворительно |

|  |  |  |
|--|--|--|
| деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |  |  |
|--|--|--|

### **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:**

1. Вывод основного уравнения движения.
2. Формулировка и основные свойства пространства  $V$ .
3. Формулировка и основные свойства пространства  $H$ .
4. Формулировка метода механических моделей.
5. Формулировка слабого решения системы для математической модели, описывающей движение жидкости с памятью.
6. Схема доказательства существования слабых решений системы для математической модели, описывающей движение жидкости с памятью.
7. Формулировка слабого решения системы для математической модели Джеффриса.
8. Схема доказательства существования слабых решений системы для математической модели Джеффриса.
9. Формулировка слабого решения системы для математической модели Бингама.
10. Схема доказательства существования слабых решений системы для математической модели Бингама.

#### **19.3.2 Перечень практических заданий**

#### **19.3.4 Тестовые задания**

#### **19.3.4 Перечень заданий для контрольных работ**

#### **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, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме(ах): *устного опроса*. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и/или практическое(ие) задание(я), позволяющее(ие) оценить степень сформированности умений и(или) навыков, и(или) опыт деятельности.

При оценивании используются количественные или качественные шкалы оценок (*нужное выбрать*). Критерии оценивания приведены выше.

Программа рекомендована НМС математического факультета,  
протокол № 0500-07 от 03.07.2018 г