

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.ДВ.04.01 Приложения дифференциальных включений к задачам**  
**оптимального управления**

**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:** Турбин Михаил Вячеславович, кандидат физико-математических наук, доцент

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

**8. Учебный год:** 2018-2019

**Семестр(ы):** 2

**9. Цели и задачи учебной дисциплины:** Овладеть знаниями и навыками в области дифференциальных включений и их приложений в теории управления.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Блок 1.**

Вариативная часть, дисциплина по выбору

**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: как использовать фундаментальные знания в области фундаментальной и прикладной математики
		Уметь: использовать методы фундаментальной и прикладной математики
		Владеть (иметь навыки): использования методов фундаментальной и прикладной математики
ОПК-2	способность создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках	Знать: как решать стандартные задачи профессиональной деятельности
		Уметь: решать стандартные задачи профессиональной деятельности
		Владеть: навыками решения стандартных задач профессиональной деятельности
ПК-1	способность к интенсивной научно-исследовательской работе	Знать: как определить общие формы и закономерности интенсивной научно-исследовательской работы
		Уметь: определять общие формы закономерности интенсивной научно-исследовательской работы
		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
		Уметь: определять тематику научного исследования
		Владеть: методами научного исследования

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час —3/108.**

**Форма промежуточной аттестации зачет.**

### 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		2
Аудиторные занятия	32	32
в том числе: лекции	16	16
практические	-	-
лабораторные	16	16
Самостоятельная работа	76	76
Форма промежуточной аттестации	-	Зачет
Итого:	108	108

#### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1	Теория топологической степени для многозначных векторных полей. Лемма Филиппова.	Понятие относительной топологической степени вполне непрерывного многозначного векторного поля. Основные свойства. Приложения к теоремам о неподвижной точке. Формулировка и доказательство леммы Филиппова.
1.2	Математические модели гидродинамики. Задача оптимального управления для системы Навье-Стокса.	Описание математических моделей гидродинамики. Постановка задачи оптимального управления для системы Навье-Стокса. Операторная трактовка задачи. Аппроксимационная задача. Получение априорных оценок для рассматриваемой задачи и разрешимость аппроксимационной задачи. Предельный переход на основе априорных оценок.
1.3	Задача оптимального управления для модели движения жидкости Фойгта.	Постановка задачи оптимального управления для модели движения жидкости Фойгта. Операторная трактовка задачи. Аппроксимационная задача. Получение априорных оценок для рассматриваемой задачи и разрешимость аппроксимационной задачи. Предельный переход на основе априорных оценок.
1.4	Задача оптимального управления для модели движения жидкости Бингама.	Постановка задачи оптимального управления для модели движения жидкости Бингама. Операторная трактовка задачи. Аппроксимационная задача. Получение априорных оценок для рассматриваемой задачи и разрешимость аппроксимационной задачи. Предельный переход на основе априорных оценок.
<b>2. Лабораторные работы</b>		
2.1	Теория топологической степени для многозначных векторных полей. Лемма Филиппова.	Понятие относительной топологической степени вполне непрерывного многозначного векторного поля. Основные свойства. Приложения к теоремам о неподвижной точке. Формулировка и доказательство леммы Филиппова.
2.2	Математические модели гидродинамики. Задача оптимального управления для системы Навье-Стокса.	Описание математических моделей гидродинамики. Постановка задачи оптимального управления для системы Навье-Стокса. Операторная трактовка задачи. Аппроксимационная задача. Получение априорных оценок для рассматриваемой задачи и разрешимость аппроксимационной задачи. Предельный переход на основе априорных оценок.
2.3	Задача оптимального управления для модели движения жидкости Фойгта.	Постановка задачи оптимального управления для модели движения жидкости Фойгта. Операторная трактовка задачи. Аппроксимационная задача. Получение априорных оценок для рассматриваемой задачи и разрешимость аппроксимационной задачи. Предельный переход на основе априорных оценок.

2.4	Задача оптимального управления для модели движения жидкости Бингама.	Постановка задачи оптимального управления для модели движения жидкости Бингама. Операторная трактовка задачи. Аппроксимационная задача. Получение априорных оценок для рассматриваемой задачи и разрешимость аппроксимационной задачи. Предельный переход на основе априорных оценок.
-----	--	---

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

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1.1	Теория топологической степени для многозначных векторных полей. Лемма Филиппова.	4	-	4	20	28
1.2	Математические модели гидродинамики. Задача оптимального управления для системы Навье-Стокса.	4	-	4	18	26
1.3	Задача оптимального управления для модели движения жидкости Фойгта.	4	-	4	20	28
1.4	Задача оптимального управления для модели движения жидкости Бингама.	4	-	4	18	26
	Итого:	16	-	16	76	108

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

Преподавание дисциплины заключается в чтении лекций и проведении лабораторных занятий

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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Борисович Ю. Г., Гельман Б. Д., Мышкис А. Д., Обуховский В. В. Введение в теорию многозначных отображений и дифференциальных включений. 2-ое изд. М.: Книжный дом «Либроком». 2011.
2	Звягин В.Г., Дмитриенко В.Т. Аппроксимационно -топологический подход к исследованию задач гидродинамики. Система Навье-Стокса / М.: УРСС, 2004.—112 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Звягин В.Г. Математические модели неньютоновских жидкостей : учеб. пособие по специальности 010100 – Математика / В.Г.Звягин, Д.А.Воротников.- Воронеж : ЛОП.ВГУ, 2004. – 42 с.
2	Звягин В.Г. Математические вопросы гидродинамики вязкоупругих сред / В.Г. Звягин, М.В. Турбин .— М. : КРАСАНД, 2012 .— 416 с
3	Фурсиков А. В. Оптимальное управление распределенными системами. Теория и приложения: учеб. пособие для мат. специальностей вузов / А. В. Фурсиков.— Новосибирск: Науч. кн., 1999.—350 с.
4	Темам Р. Уравнения Навье-Стокса: Теория и численный анализ / Р. Темам.—М.: Мир, 1981.—408 с.
5	Гаевский Х. Нелинейные операторные уравнения и операторные дифференциальные уравнения / Х. Гаевский, К. Грёгер, К. Захариас.-М.: Мир, 1978. – 336 с.
6	Лионс Ж.Л. Некоторые методы решения нелинейных краевых задач / Ж.Л. Лионс.- М.: Мир, 1972. – 587 с.
7	Арутюнов А.В. лекции по выпуклому и многозначному анализу. Физматлит, 2014, 184с.

	<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59691">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59691</a> <a href="http://bookoteka.ru/24235.html">http://bookoteka.ru/24235.html</a>
8	Соболев С.Л. Некоторые применения функционального анализа в математической физике / С.Л.Соболев.-М.: Наука, 1988. – 333 с.

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

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

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

№ п/п	Источник
1	Борисович Ю. Г., Гельман Б. Д., Мышкис А. Д., Обуховский В. В. Введение в теорию многозначных отображений и дифференциальных включений. 2-ое изд. М.: Книжный дом «Либроком». 2011.
2	Звягин В.Г. Математические модели неньютоновских жидкостей : учеб. пособие по специальности 010100 – Математика / В.Г.Звягин, Д.А.Воротников.- Воронеж : ЛОП.ВГУ, 2004. – 42 с.

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

---

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

---

## 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 способность находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной и прикладной математики	Знать: как использовать фундаментальные знания в области фундаментальной и прикладной математики	1.1 Теория топологической степени для многозначных векторных полей. Лемма Филиппова.	Устный опрос
	Уметь: использовать методы фундаментальной и прикладной математики	1.2 Математические модели гидродинамики. Задача оптимального управления для системы Навье-Стокса.	
	Владеть (иметь навыки): использования методов фундаментальной и прикладной математики	1.3 Задача оптимального управления для модели движения жидкости Фойгта	
ОПК-2 способность создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках	Знать: как решать стандартные задачи профессиональной деятельности	1.4 Задача оптимального управления для модели движения жидкости Бингама.	Устный опрос
	Уметь: решать стандартные задачи профессиональной деятельности	2.1 Теория топологической степени для многозначных векторных полей. Лемма Филиппова.	
	Владеть: навыками решения	2.2 Математические модели	

	стандартных профессиональной деятельности задач	гидродинамики. Задача оптимального управления для системы Навье-Стокса. 2.3 Задача оптимального управления для модели движения жидкости Фойгта 2.4 Задача оптимального управления для модели движения жидкости Бингама.	
ПК-1 способность к интенсивной научно-исследовательской работе	Знать: как определить общие формы и закономерности интенсивной научно-исследовательской работы	1.1 Теория топологической степени для многозначных векторных полей. Лемма Филиппова. 1.2 Математические модели гидродинамики. Задача оптимального управления для системы Навье-Стокса. 1.3 Задача оптимального управления для модели движения жидкости Фойгта 1.4 Задача оптимального управления для модели движения жидкости Бингама. 2.1 Теория топологической степени для многозначных векторных полей. Лемма Филиппова. 2.2 Математические модели гидродинамики. Задача оптимального управления для системы Навье-Стокса. 2.3 Задача оптимального управления для модели движения жидкости Фойгта 2.4 Задача оптимального управления для модели движения жидкости Бингама.	Устный опрос
	Уметь: определять общие формы закономерности интенсивной научно-исследовательской работы		
	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	2.1 Теория топологической степени для многозначных векторных полей. Лемма Филиппова. 2.2 Математические модели гидродинамики. Задача оптимального управления для системы Навье-Стокса. 2.3 Задача оптимального управления для модели движения жидкости Фойгта 2.4 Задача оптимального управления для модели движения жидкости Бингама.	Устный опрос
	Уметь: определять тематику научного исследования		
	Владеть: методами научного исследования		

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

Критерии оценивания компетенций	Вид аттестации	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области...	Зачет	Зачтено
Пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий.	Зачет	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:**

1. Теория топологической степени для многозначных векторных полей.
2. Лемма Филиппова.
3. Математические модели гидродинамики.
4. Задача оптимального управления для системы Навье-Стокса.
5. Задача оптимального управления для модели движения жидкости Фойгта
6. Задача оптимального управления для модели движения жидкости Бингама.

### **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 аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме: устного опроса.

Критерии оценивания приведены выше.

При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.