

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.12 Приложение функционального анализа к проблемам гидродинамики**

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

01.03.01 Математика

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

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

**4. Форма обучения:** очная

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

**6. Составители программы:** Звягин Андрей Викторович, кандидат физико-математических наук

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

**8. Учебный год:** 2018-2019

**Семестр(ы):** 6

**9. Цели и задачи учебной дисциплины:** Сформулировать у студента целостное понимание о математической дисциплине, устойчивые математические навыки, необходимые для изучения других специальных дисциплин; сформировать способность применения математических формализмов в профессиональной деятельности.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Спецкурс «Приложение функционального анализа к проблемам гидродинамики» входит в профильную (вариативную) часть профессионального блока. Для её успешного изучения необходимо знание следующих курсов: математический анализ, дифференциальные уравнения, функциональный анализ, дифференциальные уравнения в частных методах и др. производных, дифференциальная геометрия и топология, 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	
<b>ОК-1</b>	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	знать: основные функциональные пространства, возникающие в математической гидродинамике
		уметь: анализировать методы построения функциональных пространств и исследовать их свойства
		владеть (иметь навык(и)): методами функционального анализа при анализе математических моделей различных задач для их дальнейшего применения
<b>ОПК-1</b>	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 навык(и)): использования методов фундаментальной и прикладной математики
<b>ОПК-2</b>	Способность создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках	знать: как решать стандартные задачи профессиональной деятельности
		уметь: решать стандартные задачи профессиональной деятельности

		владеть (иметь навык(и)): навыками решения стандартных задачи профессиональной деятельности
<b>ПК-1</b>	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 (иметь навык(и)): навыками, позволяющими определять общие формы и закономерности интенсивной научно-исследовательской работы
<b>ПК-3</b>	Способность публично представить собственные новые научные результаты	знать: структуру публичного выступления
		уметь: публично представить собственные новые научные результаты
		владеть (иметь навык(и)): методами представления собственных новых научных результатов

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

**Форма промежуточной аттестации** зачет.

**13. Виды учебной работы**

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		6
Аудиторные занятия	32	32
в том числе: лекции	16	16
лабораторные	16	16
Самостоятельная работа	76	76
Контрольные работы	-	-
Итого:	108	108

### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1	Основные обозначения и введение в функциональный анализ	Основные обозначения. Пространства непрерывных функций, измеримых функций, Соболевский функции. Основные теоремы вложений. Распределения.
1.2	Характеристика пространства $H$ .	Описание пространства $H$ . Общие характеристики. Теорема де Рама.
1.3	Характеристика пространства $V$ . Пространства Соболева.	Описание пространства $V$ . Общие характеристики. Ортогональные проекции на пространство $H$ . Пространства $H_q$ . Разложение пространств Соболева. Теоремы вложений.
1.4	Пространства функций со значениями в банаховом пространстве.	Пространства дифференцируемых функций. Измеримые функции и интеграл Бохнера. Пространства интегрируемых функций. Теоремы о компактности вложений функциональных пространств.
<b>2. Лабораторные работы</b>		
2.1	Основные обозначения и введение в функциональный анализ	Основные обозначения. Пространства непрерывных функций, измеримых функций, Соболевский функции. Основные теоремы вложений. Распределения.
2.2	Характеристика пространства $H$ .	Описание пространства $H$ . Общие характеристики. Теорема де Рама.
2.3	Характеристика пространства $V$ . Пространства Соболева.	Описание пространства $V$ . Общие характеристики. Ортогональные проекции на пространство $H$ . Пространства $H_q$ . Разложение пространств Соболева. Теоремы вложений.
2.4	Пространства функций со значениями в банаховом пространстве.	Пространства дифференцируемых функций. Измеримые функции и интеграл Бохнера. Пространства интегрируемых функций. Теоремы о компактности вложений функциональных пространств.

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

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Контрольные работы	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Основные обозначения и введение в функциональный анализ	4	-	4	19	27
2	Характеристика пространства $H$ .	4	-	4	19	27
3	Характеристика пространства $V$ . Пространства Соболева.	4	-	4	19	27

4	Пространства функций со значениями в банаховом пространстве.	4	-	4	19	27
	Итого:	16	-	16	76	108

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

Преподавание дисциплины заключается в чтении лекций и лабораторных занятий.

#### 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. : КРАСАНД, 2012. — 416 с
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	Ладыженская О.А. Математические вопросы динамики вязкой несжимаемой жидкости / О.А. Ладыженская.—М.: Наука, 1970.—288с
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	Ректорис К. Вариационные методы в математической физике и технике / К.Ректорис.-М.: Наука, 1985. - 589 с.
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
	Электронный каталог ЗНБ ВГУ <a href="http://www.lib.vsu.ru/?p=4">http://www.lib.vsu.ru/?p=4</a>

Электронно-библиотечная система издательства «Лань» <https://lanbook.lib.vsu.ru/>

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

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

№ п/п	Источник
1	Звягин В.Г. Математические вопросы гидродинамики вязкоупругих сред / В.Г. Звягин, М.В. Турбин .— М. : КРАСАНД, 2012 .— 416 с
2	Ладыженская О.А. Математические вопросы динамики вязкой несжимаемой жидкости / О.А. Ладыженская.—М.: Наука, 1970.—288с
3	Темам Р. Уравнения Навье-Стокса: Теория и численный анализ / Р. Темам.—М.: Мир, 1981.—408 с.
4	Электронный каталог ЗНБ ВГУ <a href="http://www.lib.vsu.ru/?p=4">http://www.lib.vsu.ru/?p=4</a>

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

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебные аудитории для проведения лекционных и лабораторных занятий.

## 19. Фонд оценочных средств:

### 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)
ОК -1 способность к абстрактному	Знать: основные функциональные пространства математической гидродинамики	1.1 Основные обозначения и введение в функциональный анализ 1.2 Характеристика пространства	Устный опрос

мышлению, анализу, синтезу	Уметь: анализировать методы построения основных функциональных пространств	Н. 1.3 Характеристика пространства V. Пространства Соболева. 1.4 Пространства функций со значениями в банаховом пространстве. 2.1 Основные обозначения и введение в функциональный анализ 2.2 Характеристика пространства Н. 2.3 Характеристика пространства V. Пространства Соболева. 2.4 Пространства функций со значениями в банаховом пространстве.	
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 навык(и)): использования методов фундаментальной и прикладной математики	1.1 Основные обозначения и введение в функциональный анализ 1.2 Характеристика пространства Н. 1.3 Характеристика пространства V. Пространства Соболева. 1.4 Пространства функций со значениями в банаховом пространстве. 2.1 Основные обозначения и введение в функциональный анализ 2.2 Характеристика пространства Н. 2.3 Характеристика пространства V. Пространства Соболева. 2.4 Пространства функций со значениями в банаховом пространстве.	Устный опрос
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 (иметь навык(и)): навыками решения стандартных задачи профессиональной деятельности	1.1 Основные обозначения и введение в функциональный анализ 1.2 Характеристика пространства Н. 1.3 Характеристика пространства V. Пространства Соболева. 1.4 Пространства функций со значениями в банаховом пространстве. 2.1 Основные обозначения и введение в функциональный анализ 2.2 Характеристика пространства Н. 2.3 Характеристика пространства V. Пространства Соболева. 2.4 Пространства функций со значениями в банаховом пространстве.	Устный опрос
ПК-1 способность к интенсивной научно-	Знать: как определить общие формы и закономерности интенсивной научно-исследовательской работы.	1.1 Основные обозначения и введение в функциональный анализ 1.2 Характеристика пространства	Устный опрос

исследовательской работе	Уметь: определять общие формы закономерности интенсивной научно-исследовательской работы	Н. 1.3 Характеристика пространства V. Пространства Соболева. 1.4 Пространства функций со значениями в банаховом пространстве. 2.1 Основные обозначения и введение в функциональный анализ 2.2 Характеристика пространства Н. 2.3 Характеристика пространства V. Пространства Соболева. 2.4 Пространства функций со значениями в банаховом пространстве.	
	Владеть: навыками, позволяющими определять общие формы и закономерности интенсивной научно-исследовательской работы.		
ПК-3 способность публично представить собственные новые научные результаты	Знать: структуру публичного выступления	1.1 Основные обозначения и введение в функциональный анализ 1.2 Характеристика пространства Н. 1.3 Характеристика пространства V. Пространства Соболева. 1.4 Пространства функций со значениями в банаховом пространстве. 2.1 Основные обозначения и введение в функциональный анализ 2.2 Характеристика пространства Н. 2.3 Характеристика пространства V. Пространства Соболева. 2.4 Пространства функций со значениями в банаховом пространстве.	Устный опрос
	Уметь: публично представить собственные новые научные результаты		
	Владеть: методами представления собственные новые научные результаты		

\* 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

Пример:

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
---------------------------------	--------------------------------------	--------------



<p>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.</p>	<p>Повышенный уровень</p>	<p>Отлично</p>
<p>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.</p>	<p>Базовый уровень</p>	<p>Хорошо</p>

<p>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.</p>	<p>Пороговый уровень</p>	<p>Удовлетворительно</p>
<p>Пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Невозможность продолжения обучения или начала профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.</p>	<p>-</p>	<p>Неудовлетворительно</p>

**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:**

1. Пространство  $L_p$ .
2. Пространство Соболева.
2. Пространство  $H$ .
3. Пространство  $V$ .
4. Пространства функций со значениями в банаховом пространстве.
5. Основные теоремы вложений.

#### **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.