

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

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой САиУ

Курбатов

Курбатов В.Г.

_____. _____. 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.02.01 Топологические методы нелинейного анализа

1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:

01.06.01 Математика и механика

2. Профиль подготовки / специализации / аспирантская программа:

Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление

3. Квалификация (степень) выпускника:

исследователь, преподаватель исследователь

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра Системного анализа и управления

6. Составитель программы: д.ф.-м.н., профессор Баскаков А.Г.

7. Рекомендована: НМС факультета ПММ №5 от 22.03.2024

8. Учебный год: 2024/2025 **Семестр(-ы):** 7

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель дисциплины заключается в изучении методологии дисциплины, которая является базовой для профиля «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление» и лежит в основе современных методов анализа и общематематической культуры.

Задачами дисциплины являются: формирование современной терминологической базы; умение логически мыслить, грамотно формулировать и проводить доказательства основных утверждений, устанавливать связи между понятиями, применять полученные знания для решения задач, возникающих в теории и приложениях.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Дисциплина «Топологические методы нелинейного анализа» входит в блок обязательных дисциплин по профилю «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление» и изучается в 7 семестре.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-1	Способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.	Знать : Современные методы исследования и информационно-коммуникационных технологий. Уметь : Самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность. владеть : основами преподавательской деятельности.
ОПК-2	Готовностью к преподавательской деятельности по основным программам высшего образования.	Знать : Современные методы исследования и информационно-коммуникационных технологий. Уметь : Самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность. владеть : основами преподавательской деятельности.
УК-1	Способностью к критическому анализу и оценке современных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.	Знать : Современные научных достижения в области функционального анализа. Уметь : Использовать современные методы и технологии научной коммуникации, планировать и решать задачи собственного профессионального и личного развития.
УК-3	Готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач.	Знать традиции организации и проведения научных конференций уметь сжато и понятно излагать основное содержание научного исследования. владеть (навыки) навыками выступления перед научной аудиторией.
УК-4	Готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках.	Уметь : Применять методы и идеи дисциплины. владеть : навыками применения полученных знаний в учебной и научной деятельности.
УК-5	Способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личного развития.	Знать : Знание основ теории. Уметь : Применять методы и идеи дисциплины. владеть : навыками применения полученных знаний в учебной и научной деятельности.
ПК-4	Способность исследовать универсальные математические закономерности, лежащие в основе	Знать : Теорию банаховых и метрических пространств, актуальные задачи топологической теории неподвижных точек, пользоваться современной

	моделей случайных явлений и прилагать эти закономерности к изучению свойств конкретных вероятностных моделей.	журнальной и монографической литературой Уметь : Использовать методы топологической теории неподвижных точек в вопросах разрешимости дифференциальных уравнений (как обыкновенных, так и частных производных). владеть : навыками научно-исследовательской работы.
ПК-5	Способность писать научные статьи высокого качества	Знать : Принципы организации научного исследования с использованием современных знаний о природе и средств вычислительной техники Уметь : Излагать математические рассуждения в логически последовательной форме.Использовать методы топологической теории неподвижных точек в вопросах разрешимости дифференциальных уравнений (как обыкновенных, так и частных производных). владеть : навыками написания научных публикаций.
ПК-6	Способность к преподаванию математических дисциплин и учебно-методической работе по областям профессиональной деятельности.	Знать : Преподаваемый материал. Уметь : Поддерживать контакт со студенческой аудиторией. владеть : навыками организации разного рода занятий (лекций, практических и лабораторных занятий).
ПК-7	Способность делать научные доклады высокого уровня на российских и международных конференциях.	Знать : Традиции организации и проведения научных конференций. Уметь : Сжато и понятно излагать основное содержание научного исследования. владеть : навыками выступлений перед научной аудиторией.

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

Форма промежуточной аттестации –зачет.

13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)	
	Всего	По семестрам
		7 семестр
Аудиторные занятия (ИЗ)	4	4
Самостоятельная работа	68	68
Контроль		
Итого:	72	72
Форма промежуточной	зачет	зачет

13.1 Содержание разделов дисциплины:

№	Наименование раздела	Содержание раздела дисциплины
---	----------------------	-------------------------------

1	Метрические пространства. Примеры	Определение метрического пространства. Примеры метрических пространств. Банаховы пространства и их примеры. Открытые и замкнутые множества в метрических пространствах.
2	Теорема о сжимающих отображениях. Примеры её применения.	Теорема о сжимающих отображениях. Теоремы о неподвижных точках в метрических пространствах. Применение теорем о неподвижных точках к разрешимости нелинейных дифференциальных и интегральных уравнений.
3	Примеры метрических пространств	Теорема о неявной функции. Производная Фреше для отображений банаховых пространств. Её свойства. Примеры

13.2 Разделы дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование раздела	Виды занятий (часов)		
		Индивид. зан.	Сам. работа	Контроль
1	Метрические пространства. Примеры	1	22	
2	Теорема о сжимающих отображениях. Примеры её применения.	2	22	
3	Примеры метрических пространств	1	24	
	Итого:	4	68	

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Самостоятельная работа аспирантов подразумевает изучение теоретического материала в соответствии с комментариями преподавателя в рамках индивидуальных занятий.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения выполнять все указания преподавателей по работе на LMS-платформе, своевременно подключаться к online-занятиям, соблюдать рекомендации по организации самостоятельной работы.

15. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Колмогоров А.Н. Элементы теории функций и функционального анализа //А.Н. Колмогоров, С.В. Фомин. – М.: Физматлит. 2016 – 570 с.
2	Натансон И.П. Теория функций вещественной переменной: учебник для вузов / И. П. Натансон — Изд. 5-е, стереотип.—Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2008.—560 с.
3	Хелемский А.Я. Лекции по функциональному анализу. МЦНМО, 2014. -560 с.

Б) дополнительная литература:

1	Данфорд Н. Линейные операторы. Общая теория. Перевод с английского.Т.1-3. Изд.2/Н. Данфорд, Дж. Шварц. URSS. 2004. – 896 с.
2	Ульянов П.Л. и др. Действительный анализ в задачах// Ульянов П. Л., Бахвалов А. Н., Дьяченко М. И., Казарян К. С., Сифуэнтес П. М.: Физматлит, 2005. – 416 с.
3	Владимиров В.С. Обобщенные функции в математической физике / В.С. Владимиров. М. Наука. 1979. – 320 с.
4	Рудин У. Функциональный анализ. М.: Мир, 1975. – 443 с.
5	Кириллов, А. А. Теоремы и задачи функционального анализа / А. А. Кириллов, А. Д. Гвишиани.— М. : Наука, 1979.— 384 с.
6	Антоневич, А. Б. Функциональный анализ и интегральные уравнения / А. Б. Антонеvич, Я. В. Радыно.— Второе изд.— Минск : БГУ, 2003.— 300 с.
7	Бурбаки, Н. Меры на локально компактных пространствах. Продолжение меры. Интегрирование мер. Меры на отделимых пространствах / Н. Бурбаки. Элементы математики.— М. : Мир, 1977.— 600 с.
8	Дьедонне, Ж. Основы современного анализа / Ж. Дьедонне.— М. : Мир, 1964.— 430 с.
9	Пуляев, Б. Ф. Задачи по функциональному анализу / Б. Ф. Пуляев, З. Б. Цалюк.— Краснодар : КубГУ, 1983.— 336 с.

10	Треногин, В. А. Задачи и упражнения по функциональному анализу / В. А. Треногин, Б. М. Писаревский, Т. С. Соболева.— Второе изд.— М. : Физматлит, 2002.— 240 с.
11	Шабат, Б. В. Введение в комплексный анализ / Б. В. Шабат.— М. : Наука, 1969.— 576 с.
12	Канторович Л.В. Функциональный анализ / Л.В. Канторович, Г.П. Акилов. М. : Наука, 1984. – 752 с.
13	Звягин В.Г.. Аттракторы для управлений моделей движения вязкоупругих сред / В.Г. Звягин, С.К. Кондратьев / Воронежский гос. Университет. – Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2010, – 266 с.
14	Данфорд Н., Шварц Дж. Т. Линейные операторы. Общая теория. – М. :URSS? 2010.
15	Дюво Г., Лионс Ж.-Л. Неравенства в механике и физике. – М. : Наука, 1980. – 382 с.
16	Кириллов А.А., Гвишиани А.Д. Теоремы и задачи функционального анализ. М. : Наука, 1979. – 384 с.
17	Красносельский М.А. Интегральные операторы в пространствах суммируемых функций / М.А. Красносельский, П.П. Забрейко, Е.И. Пустыльник, П.Е. Соболевский. – М. : Наука, 1966. – 499 с.
18	Красносельский М.А. Геометрические методы нелинейного анализа / М.А. Красносельский, П.П. Забрейко. – М. : Наука, 1975. – 512 с.
19	Ладженская О.А. Математические вопросы динамики вязкой несжимаемой жидкости / О.А. Ладженская. М. : ГИФМЛ, 1961. – 204 с.
20	Ректорис К. Вариационные методы в математической физике и технике / К. Ректорис. М. : Мир, 1985. – 590 с.
21	Соболевский А.Е., Об уравнениях параболического типа в банаховом пространстве // Труды Московского математического общества. – 1961. – т. 10. – М. 297-350.
22	Звягин В.Г. Математические вопросы Гидродинамики вязкоупругих сред / В.Г. Звягин, М.В. Турбин : М. : КРАСАН, 2012. – 416 с.

в)информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
1	www.lib.vsu.ru — Зональная научная библиотека ВГУ.

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы:

Изучение материала дисциплины осуществляется на основе консультаций с преподавателем и использования рекомендуемой литературы.

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы:

При изучении материала дисциплины обучающиеся, при необходимости, используют сеть Интернет, а также электронно-библиотечные системы, зарегистрированные на сайте Зональной научной библиотеки ВГУ.

Дисциплина реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Для организации занятий рекомендуются Интернет-ресурсы, приведенные в п.15в

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Компьютерный класс с доступом в Интернет.

19. Фонд оценочных средств:

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)
УК-1, УК-3, УК-4, УК-5	Знать: современные научные достижения в области функционального анализа	Консультации и собеседование по реферату	Собеседование по реферату
	Уметь: использовать современные методы и технологии научной	Консультации и собеседование по	

	коммуникации, планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	реферату	
ОПК-1, ОПК-2	Знать: современные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии	Консультации и собеседование по реферату	Собеседование по реферату
	Уметь: самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность	Консультации и собеседование по реферату	
	Владеть: основами преподавательской деятельности	Консультации и собеседование по реферату	
ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7	Знать: теорию банаховых и метрических пространств, актуальные задачи топологической теории неподвижных точек, пользоваться современной журнальной и монографической литературой	Консультации и собеседование по реферату	Собеседование по реферату
	Уметь: использовать методы топологической теории неподвижных точек в вопросах разрешимости дифференциальных уравнений (как обыкновенных, так и частных производных). Писать научные статьи высокого качества и делать устные доклады	Консультации и собеседование по реферату	
	Владеть: способностью к научно-исследовательской деятельности	Консультации и собеседование по реферату	
Промежуточная аттестация			Зачет

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций при промежуточной аттестации

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Сформированные системные знания методологии теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности и умение их применять при проведении собственного научного исследования.	Повышенный	зачтено
Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методологии теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности; умение их применять при проведении собственного научного исследования.	Базовый	зачтено
Общие, но не структурированные знания методологии теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности; наличие погрешностей в их применении при проведении собственного научного исследования.	Пороговый	зачтено
Фрагментарные знания методологии теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности; неумение их применять при проведении собственного научного исследования.	-	незачтено

19.3 Перечень тем для рефератов

Раздел 1. Метрические пространства

Определение метрического пространства. Примеры метрических пространств. Банаховы пространства и их примеры. Открытые и замкнутые множества в метрических пространствах.

Раздел 2. Теорема о сжимающих отображениях.

Теорема о сжимающих отображениях. Теоремы о неподвижных точках в метрических пространствах. Применение теорем о неподвижных точках к разрешимости нелинейных дифференциальных и интегральных уравнений.

Раздел 3. Примеры метрических пространств

Теорема о неявной функции. Производная Фреше для отображений банаховых пространств. Её свойства. Примеры

19.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины Б1.В.ДВ.02.01 Топологические методы нелинейного анализа осуществляется в ходе промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением П ВГУ 2.1.07 – 2018 «О промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования».

Контрольно-измерительный материал (КИМ) включает два вопроса из Перечня вопросов (разделы 1-3) и один вопрос из Дополнительной программы, позволяющих оценить уровень полученных знаний и умений.

При оценивании используется шкала, которая приведена выше.