

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

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
функционального анализа  
и операторных уравнений



Каменский М.И.  
подпись, расшифровка подписи  
20.03.2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

ФТД.01 Исследования компьютерными методами колебательных процессов

- 1. Код и наименование направления подготовки** 02.04.01 Математика и компьютерные науки
- 2. Профиль подготовки** Математическое и компьютерное моделирование, Математические методы и компьютерные технологии в естествознании, экономике и управлении
- 3. Квалификация выпускника:** магистр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** функционального анализа и операторных уравнений
- 6. Составитель программы:** Каменский Михаил Игоревич, д.ф.-м.н., профессор
- 7. Рекомендована:** НМС математического факультета, протокол № 0500-03 от 18.03.2025 г.

**8. Учебный год:** 2025/2026

**Семестр:** 2

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целью курса является обучение студентов навыкам исследования поведения сложных систем с использованием компьютерных технологий. Развить умение строить и проверять гипотезы.

Задачами курса являются:

- изучение задач о колебательных процессах;
- знакомство с теориями о существовании и устойчивости периодических решений систем;
- изучение влияния ограничивающих множеств на существование и устойчивость периодических решений.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** учебная дисциплина «Исследование компьютерными методами колебательных процессов» относится к Блоку Факультативы.

*Основные дисциплины и их разделы, необходимые для усвоения курса «Исследование компьютерными методами колебательных процессов»:*

- «Дифференциальные уравнения», «Модели систем с разрывными нелинейностями»:  
– дифференциальные уравнения (решения задачи Коши, устойчивость решения);  
– модели систем с разрывными нелинейностями (определение решений задачи Коши с разрывной правой частью и дифференциального включения);

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-2	Способен разрабатывать и развивать математические методы моделирования объектов, процессов и систем в области профессиональной деятельности	ОПК-2.1	Знает и использует основные методы и приемы построения математических моделей	Знать: основные методы и приемы построения математических моделей Уметь: создавать и исследовать подобные математические модели и разрабатывать теории и методы для их описания Владеет навыками построения математических моделей, выделяет нужные структуры изучаемых процессов
		ОПК-2.2	Владеет навыками построения математических моделей, выделяет нужные структуры изучаемых процессов	
		ОПК-2.3	Имеет практический опыт создания и исследования подобных математических моделей и разработки теорий и методов для их описания	

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час — 2/72.**

**Форма промежуточной аттестации — зачёт**

## 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость	
		По семестрам

		Всего	1-й семестр	2-й семестр
Аудиторные занятия		32	16	16
в том числе:	лекции	32	16	16
	практические			
	лабораторные			
Самостоятельная работа		40	20	20
В том числе курсовая работа				
Форма промежуточной аттестации (экзамен – __ час.)				
Итого:		72	36	36

### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1	«Колебательный контур»	Модель колебательного контура. Свободные и вынужденные колебания. Эффект резонанса.
1.2	«Хищник-жертва»	Модель задачи «Хищник-жертва, Исследование периодических решений модели и положений равновесия.
1.3	Системы с выпуклым ограничением на решения	Моделирование двумерных автономных систем с выпуклыми ограничениями на решения. Исследования существования замкнутых траекторий, положений равновесия и устойчивости тех и других.
1.4	Системы с не выпуклыми ограничениями на решения	Моделирование двумерных автономных систем с не выпуклыми ограничениями на решения. Исследования влияния ограничений на существование и устойчивость замкнутых траекторий и положений равновесия.

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

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	«Колебательный контур»	8			10	18
2	«Хищник-жертва»	8			10	18
3	Системы с выпуклым ограничением на решения	8			10	18
4	Системы с не выпуклыми ограничениями на решения	8			10	18
	Итого:	32			40	72

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

При изучении дисциплины рекомендуется:

- изучать основную и дополнительную литературу;
- разбирать и изучать конспекты лекций;
- заниматься поиском новых публикаций по теме дисциплины;
- выполнять задания по моделированию двумерных систем;
- исследовать с помощью компьютерных моделей поведение систем.

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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	<a href="#">Хартман, Ф.</a> Обыкновенные дифференциальные уравнения / Ф. Хартман ; Пер. с англ. И. Х. Сабитова и Ю. В. Егорова ; Под ред. В. М. Алексеева .— М. : Мир, 1970 .— 720 с.

2.	<a href="#"><u>Петрова, Любовь Петровна</u></a> . Системы с диодными нелинейностями : учебное пособие / Л. П. Петрова, И. Н. Прядко .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2020 .— 80 с.
----	--

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1.	<i>Appell J., Nguyen Thi Hien, Petrova L., Pryadko I. Systems with Non-Smooth Inputs. Berlin; Boston, 2021.</i>

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

№ п/п	Источник
1	<a href="https://uch-lit.ru/matematika-2/dlya-studentov/hartman-f-obyiknovennyye-differentsialnyie-uravneniya-onlayn">https://uch-lit.ru/matematika-2/dlya-studentov/hartman-f-obyiknovennyye-differentsialnyie-uravneniya-onlayn</a>

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

№ п/п	Источник
1.	<a href="#"><u>Петрова, Любовь Петровна</u></a> . Системы с диодными нелинейностями : учебное пособие / Л. П. Петрова, И. Н. Прядко .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2020 .— 80 с.

## 17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации дисциплины используются следующие образовательные технологии: логическое построение дисциплины, установление межпредметных связей, обозначение теоретического и практического компонентов в учебном материале, актуализация личного и учебно-профессионального опыта обучающихся, включение элементов дистанционных образовательных технологий.

В части освоения материала лекционных и практических занятий, самостоятельной работы по отдельным разделам дисциплины, прохождения текущей и промежуточной аттестации может применяться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного, текущего контроля и промежуточной аттестации; специализированная мебель.

В самостоятельной работе обучающиеся используют ресурсы Зональной научной библиотеки ВГУ (электронный каталог: <http://www.lib.vsu.ru>)

## 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	«Колебательный контур»	ОПК-2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Контрольное задание № 1
2.	«Хищник-жертва»	ОПК-2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Контрольное задание № 2
3	Системы с выпуклым ограничением на решения	ОПК-2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Контрольное задание № 3
4	Системы с не выпуклыми ограничениями на	ОПК-2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Контрольное задание № 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
	решения			
Промежуточная аттестация форма контроля - зачёт				Перечень вопросов к зачёту

## **20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания**

### **20.1 Текущий контроль успеваемости**

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью индивидуальных опросов на лекциях контрольных заданий

#### **Контрольное задание № 1**

1. Построить математическую модель «колебательного контура» и реализовать её в компьютерной программе.
2. Исследовать с помощью программы влияние параметров элементов электрической цепи на колебательный процесс в контуре.
3. Исследовать резонансных явлений в контуре.

#### **Контрольное задание № 2**

1. Построить математическую модель задачи «Хищник-жертва» и реализовать её в компьютерной программе.
2. Исследовать с помощью программы влияние параметров модели на периодические решения.
3. Исследовать существование и устойчивость положений равновесия.

#### **Контрольное задание № 3**

1. Построить математическую модель двумерной автономной системы с ограничением на решение в виде выпуклого множества и реализовать её в компьютерной программе.
2. Исследовать с помощью программы существование замкнутой траектории и положений равновесия.
3. Исследовать устойчивость замкнутой траектории и положений равновесия.

#### **Контрольное задание № 4**

1. Построить математическую модель двумерной автономной системы с ограничением на решение в виде невыпуклого множества и реализовать её в компьютерной программе.
2. Исследовать с помощью программы существование замкнутой траектории и положений равновесия.
3. Исследовать устойчивость замкнутых траектории и положений равновесия.

### **20.2. Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация в форме зачёта по дисциплине осуществляется по факту выполнения студентом контрольных заданий и с помощью следующего перечня вопросов к зачёту.

#### **Перечень вопросов к зачёту:**

1. Элементы и изображение графа «колебательного контура».
2. Алгоритм построения математической модели «колебательного контура».

3. Основные вопросы и приёмы исследования модели «колебательного контура».
4. Задача «хищник-жертва» и её математическая модель.
5. Определения замкнутых траекторий.
6. Определения устойчивостей замкнутых траекторий.
7. Определение положений равновесия.
8. Определение устойчивости положения равновесия.

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие **показатели**:

- 1) знание теоретических основ;
- 2) умение решать практические задачи;
- 3) умение работать с алгоритмами методов и информационными ресурсами;
- 4) знание основ составления компьютерных программ для решения математических задач;
- 5) умение качественно строить гипотезы и исследовать их с помощью компьютерных программ.

Для оценивания результатов обучения на зачете используется **шкала**: «зачтено», «не зачтено».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения:

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным показателям по каждому из вопросов контрольно-измерительного материала. Умение применять на практике методы и средства для решения типовых задач, эффективного использования ресурсов современных глобальных сетей в исследованиях.	<i>Повышенный уровень</i>	Зачтено
Несоответствие ответа обучающегося одному из перечисленных показателей (к одному из вопросов контрольно-измерительного материала) и правильный ответ на дополнительный вопрос в пределах программы.	<i>Базовый уровень</i>	Зачтено
Несоответствие ответа обучающегося любым двум из перечисленных показателей и неправильный ответ на дополнительный вопрос в пределах программы.	<i>Пороговый уровень</i>	Зачтено
Несоответствие ответа обучающегося любым из перечисленных показателей (в различных комбинациях по отношению к вопросам контрольно-измерительного материала). В ответе на основные вопросы содержатся отрывочные знания основ, способствующих решению задач профессиональной деятельности, допускаются грубые ошибки при демонстрации умений применять на практике методы для решения типовых задач.	—	Не зачтено