

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Кафедра математического моделирования

УТВЕРЖДАЮ

Декан математического факультета



Нестеров П.Н.

21 мая 2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Дополнительные главы теории колебаний**

Направление подготовки (специальности)  
01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)  
«Математическое моделирование и численные методы»

Форма обучения очная

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры  
от 12 апреля 2024 г., протокол № 8

Программа одобрена НМК  
математического факультета  
протокол № 9 от 3 мая 2024 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Дополнительные главы теории колебаний» содействует фундаментализации образования, формированию культуры аналитических вычислений в рамках цикла аналитических дисциплин, установлению связи между математикой и другими науками. Целью преподавания дисциплины является ознакомление слушателей с методами исследования колебательных режимов.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений. Дисциплина «Дополнительные главы теории колебаний» входит в базовую часть цикла общенаучных дисциплин. Для её успешного изучения необходимы знания и умения, приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин: математический анализ, функциональный анализ, линейная алгебра, дифференциальные уравнения, уравнения математической физики. Знания и умения, полученные при изучении курса «Дополнительные главы теории колебаний», необходимы для решения прикладных задач и могут использоваться студентами в курсовых и дипломных работах.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ООП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Профессиональные компетенции</b>		
<b>ПК-2</b> Способностью разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач	<b>И-ПК-2.1</b> Обладает устойчивыми знаниями в теоретических вопросах, связанных с профессиональной деятельностью	<b>Знать:</b> - методы исследования динамики сингулярно возмущенных систем ОДУ; - метод усреднения Крылова-Боголюбова; - метод большого параметра. <b>Уметь:</b> - исследовать поведение решений Тихоновской системы на плоскости; - построить усредненную систему.
	<b>И-ПК-2.3</b> Имеет представления о концептуальных моделях в области решаемых научных проблем и задач	<b>Знать:</b> - базовые модели и свойства их решений в областях популяционной динамики и нейродинамики. <b>Владеть:</b> - представлением о методах и подходах исследования релаксационных колебаний в математических моделях.

#### 4. Объём, структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет **3** зачётных единиц, **108** акад. час.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Релаксационные колебания в системах ОДУ.	3	2	3				5	
2	Метод усреднения Крылова-Боголюбова	3	2	3				5	
3	Метод большого параметра	3	2					5	
4	Релаксационные циклы в уравнении Хатчинсона	3	2	2		1		5	
5	Релаксационные колебания в нейронных системах	3	2	2		1		5	
6	Уравнения с запаздыванием и финитной нелинейностью.	3	2	2		1		5	
7	Колебания в уравнениях с большим запаздыванием	3	4	4		1		6	
						2	0,5	33,5	Экзамен
	ИТОГО		16	16		6	0,5	69,5	

#### 5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Академическая лекция с элементами лекции-беседы** – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Элементы лекции-беседы обеспечивают контакт преподавателя с аудиторией, что позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным темам дисциплины, активно вовлекать их в учебный процесс, контролировать темп изложения учебного материала в зависимости от уровня его восприятия.

**Практическое занятие** – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по закреплению полученных на лекции знаний.

**Консультации** – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

## **6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- программы Microsoft Office;
- издательская система LaTeX;
- Adobe Acrobat Reader.

## **7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

- Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)
- Электронная библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com>
- Электронная библиотечная система «Юрайт» <https://urait.ru>
- Электронная библиотечная система «Консультант студента»  
<https://www.studentlibrary.ru>

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины**

### **а) основная литература**

1. Мищенко Е. Ф. Дифференциальные уравнения с малым параметром и релаксационные колебания. / Е. Ф. Мищенко, Н. Х. Розов. - М.: Наука, 1975. - 247 с.
2. Глызин С. Д., Колесов А. Ю. Релаксационные автоколебания в нейронных системах: учебное пособие. - Ярославль: ЯрГУ, 2013.  
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20130405.pdf>
3. Кащенко И. С. Метод квазинормальных форм в уравнениях с запаздыванием: методические указания. - Ярославль: ЯрГУ, 2012  
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20120205.pdf>
4. Бурд В. Ш., Нестеров П. Н. Системы дифференциальных и разностных уравнений: метод усреднения и асимптотика решений – Ярославль: ЯрГУ, 2008.  
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20080277.pdf>
5. Моисеев Н. Н. Асимптотические методы нелинейной механики: учеб. пособие. / Н. Н. Моисеев; М-во высш. и сред. спец. образования СССР - 2-е изд., перераб. - М.: Наука, 1981. - 400 с.

### **б) дополнительная литература**

1. Кащенко С. А. Асимптотика решений обобщённого уравнения Хатчинсона – Журнал: Моделирование и анализ информационных систем. 2012. 19(3). С. 32 - 62.

[https://www.mathnet.ru/php/archive.phtml?wshow=paper&jrnid=mais&paperid=228&option\\_lang=rus&ysclid=llqi1rkcko30226231](https://www.mathnet.ru/php/archive.phtml?wshow=paper&jrnid=mais&paperid=228&option_lang=rus&ysclid=llqi1rkcko30226231)

2. Кащенко С. А. Оптимизация процесса охоты – Журнал: Дифференциальные уравнения. 1985. Т. 21, № 10. С. 1706 - 1709.

[https://www.mathnet.ru/php/archive.phtml?wshow=paper&jrnid=de&paperid=5665&option\\_lang=rus&ysclid=llqi2g4lcd513359423](https://www.mathnet.ru/php/archive.phtml?wshow=paper&jrnid=de&paperid=5665&option_lang=rus&ysclid=llqi2g4lcd513359423)

3. Бутузов В. Ф., Васильева А. Б. Асимптотические методы в теории сингулярных возмущений. - М.: Высшая школа, 1990.

[http://math.phys.msu.su/archive/2020\\_2021/142/ASIMP.PDF](http://math.phys.msu.su/archive/2020_2021/142/ASIMP.PDF)

4. Кащенко С. А., Майоров В. В. Модели волновой памяти. - М.: ЛИБРОКОМ, 2013.

5. Арнольд В. И. Геометрические методы в теории обыкновенных дифференциальных уравнений - Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2000.

<https://djvu.online/file/CcLIU4whj1mon?ysclid=llqia26jju782507343>

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

### **Автор(ы) :**

Заведующий кафедрой  
математического моделирования, д. ф.-м. н.

И. С. Кащенко

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«Дополнительные главы теории колебаний»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

**2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации**

1. Релаксационные колебания. Графический способ. Решения-утки.
2. Релаксационные колебания. Метод погранфункций.
3. Метод усреднения Крылова-Боголюбова. Задача о маятнике с вибрирующей точкой подвеса.
4. Уравнение Хатчинсона. Локальный анализ.
5. Уравнение Хатчинсона при большом значении параметра. Релаксационные колебания.
6. Модель нейрона Майорова. Сведение к релейной системе. Релаксационные колебания.
7. Уравнения с запаздыванием и финитной нелинейностью.
8. Уравнения с большим запаздыванием. Локальный анализ.

## **Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Дополнительные главы теории колебаний»**

### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Учебный материал по дисциплине «Дополнительные главы теории колебаний» излагается лекциях, обсуждается на практических занятиях.

Экзамен принимается по билетам, каждый из которых включает в себя один вопрос.

Освоить вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины «Дополнительные главы теории колебаний» самостоятельно студенту затруднительно. Это связано со сложностью и большим объёмом изучаемого материала. Поэтому посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым. Без упорных и регулярных занятий в течение семестра сдать экзамен по итогам изучения дисциплины студенту практически невозможно.