

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Нижегородский государственный технический университет  
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

---

---

Институт радиоэлектроники и информационных технологий (ИРИТ)

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института:

\_\_\_\_\_ А.В. Мякиньков  
подпись ФИО  
3 марта 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.Б.5 Нелинейная динамика

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки магистров

Направление подготовки: 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность: Математическое моделирование

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2024  
2025

Выпускающая кафедра ПМ

Кафедра-разработчик ПМ

Объем дисциплины 180 / 5  
часов/з.е.

Промежуточная аттестация зачет, экзамен

Разработчик: Куркина О.Е., к.ф.-м.н., доцент

Нижний Новгород, 2025 год

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 10 января 2018 года № 13, на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ протокол от 21.05.2024 №16, от 17.12.2024 №6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 11.02.2025 № 6.

Зав. кафедрой д.ф-м.н, профессор Куркин А.А. \_\_\_\_\_

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИРИТ.  
Протокол от 18.02.2025 № 2

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 01.04.02-п-5  
Начальник МО \_\_\_\_\_ Е.Г. Севрюкова

Заведующая отделом комплектования НТБ \_\_\_\_\_ Н.И. Кабанина  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	8
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. .....	13
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	15
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	16
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ.....	17
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	17
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ..	18
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	20

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Целью освоения дисциплины является:

ознакомить студентов с методами анализа нелинейных динамических систем, описывающих различные процессы и явления, протекающие в физических, химических, биологических, экономических и социальных системах. Приобретенные теоретические знания и практические навыки позволяют студентам самостоятельно ставить и решать задачи нелинейной динамики.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины:

Дисциплина «Нелинейная динамика» способствует подготовке студентов к решению следующих профессиональных задач:

- развитие и использование математических и информационных инструментальных средств, автоматизированных систем в научной и практической деятельности;
- построение математических моделей и исследование их аналитическими методами, разработка алгоритмов, программного обеспечения, инструментальных средств по тематике проводимых научно-исследовательских проектов;
- исследование систем методами математического прогнозирования и системного анализа.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Нелинейная динамика» включена в перечень дисциплин обязательной части образовательной программы по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика». Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика. Дисциплина базируется на дисциплинах программы магистратуры по направлению «Прикладная математика и информатика» профиля «Математическое моделирование». Сопровождающими курсами являются «Обобщенные решения дифференциальных уравнений», «Методы исследования операций», «Математические модели в экономике». Дисциплина «Нелинейная динамика» является основополагающей для изучения дисциплин «Методы исследования операций», «Математические модели в экономике», а также выполнения и защиты ВКР.

Рабочая программа дисциплины «Нелинейная динамика» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)<sup>1</sup>

Таблица 1 – Формирование компетенций по дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины			
	1	2	3	4
<i>ОПК-2 (Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач)</i>				
Обобщенные решения дифференци-	*			

альных уравнений				
Нелинейная динамика	*	*		
Методы исследования операций			*	
Выполнение и защита ВКР				*
<i>ОПК-3 (Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности)</i>				
Нелинейная динамика	*	*		
Математические модели в экономике			*	
Выполнение и защита ВКР				*

**ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ,  
СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП**

Таблица 2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
		Текущего контроля	Промежуточной аттестации			
ОПК-2. Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	ИОПК-2.1. Понимает современные математические методы решения прикладных задач.	<b>Знать:</b> Основные понятия, термины и эталонные модели нелинейной динамики; методы качественного исследования динамических систем.	<b>Уметь:</b> Проводить качественное исследование динамических систем (определять положения равновесия и предельные циклы, исследовать их на устойчивость, строить фазовые и параметрические портреты динамических систем, строить бифуркационные диаграммы динамических систем).	<b>Владеть:</b> навыками применения методов Ляпунова для исследования на устойчивость положений равновесия различных динамических систем.	групповые обсуждения	Билеты для зачета, билеты для экзамена

<p>ОПК-3. Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности</p>	<p>ИОПК-3.2. Выбирает методы исследования математических моделей, исследует математические модели выбранными методами.</p>	<p><b>Знать:</b> В каких научных, производственных и социально-общественных сферах деятельности возникают прикладные задачи, связанные с исследованием различных физических явлений, описываемых динамическими системами.</p>	<p><b>Уметь:</b> Описывать прикладные задачи математическим языком с использованием линейных и нелинейных динамических систем;</p>	<p><b>Владеть:</b> навыками решения задач, связанных с исследованием динамических систем.</p>	<p>групповые обсуждения</p>	<p>Билеты для зачета, билеты для экзамена</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------	-----------------------------------------------

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. 180 часов, распределение часов по видам работ представлено в таблице 3.

Таблица 3 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очного обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		1 сем	2 сем
<b>Формат изучения дисциплины</b>	с использованием элементов электронного обучения		
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>180</b>		
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>74</b>	36	38
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>68</b>	34	34
занятия лекционного типа (Л)	<b>34</b>	17	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практик. занятия и др)	<b>17</b>	17	-
лабораторные работы (ЛР)	<b>17</b>	-	17
<b>1.2. Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>6</b>	2	4
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	-	-	-
текущий контроль, консультации по дисциплине	<b>3</b>	1	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	<b>3</b>	1	2
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>70</b>	36	34
реферат/эссе (подготовка)	-	-	-
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	-	-	-
контрольная работа	-	-	-
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	-	-	-
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	<b>64</b>	30	34
Подготовка к зачету	<b>6</b>	6	-
Подготовка к экзамену	<b>36</b>	-	36

## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4—Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)											
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)															
		Лекции (час)	Лабораторные работы (час)	Практические занятия (час)																
<b>1 семестр</b>																				
<b>Раздел 1. Моделирование – универсальный инструмент, изучения динамических систем.</b>																				
ОПК-2 ИОПК -2.1.  ОПК-3 ИОПК -3.2.	<b>Тема 1.1.</b> Основные понятия нелинейной динамики. Численные значения характеризующих систему величин. Переменные и параметры.	2		2	4	Подготовка к лекциям 6.1-6.4	Лекция -объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, выполнение индивидуальных заданий													
	<b>Тема 1.2.</b> Динамический и статический подходы к описанию объектов и явлений. Линейность и нелинейность.	3		3	4															
	<b>Итого по 1 разделу</b>	5		5	8															
<b>Раздел 2. Динамические системы и их устойчивости. Элементы теории бифуркации.</b>																				
ОПК-2 ИОПК -2.1.  ОПК-3 ИОПК -3.2.	<b>Тема 2.1</b> Фазовое пространство динамической системы. Фазовые портреты автономных динамических систем	1		1	3	Подготовка к лекциям 6.1-6.4	Лекция -объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, выполнение индивидуальных заданий													
	<b>Тема 2.2</b> Линейный анализ устойчивости. Устойчивость и характеристические показатели Ляпунова	1		1	3															
	<b>Тема 2.3</b> Структурная устойчивость и бифуркации динамических систем.	2		2	3															
	<b>Тема 2.4</b> Бифуркации неподвижных точек. Бифуркации периоди-	2		2	3															

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа											
		Лекции (час)	Лабораторные работы (час)	Практические занятия (час)	Самостоятельная работа студентов (час)								
	ческих решений.												
	<b>Итого за 2 раздел</b>	<b>6</b>		<b>6</b>	<b>12</b>								
<b>Раздел 3. Динамические системы с непрерывным временем на прямой.</b>													
ОПК-2 ИОПК -2.1.  ОПК-3 ИОПК -3.2.	Тема 3.1 Динамические системы с параметрами. Уменьшение размерности области параметров	2		2	4	Подготовка к лекциям 6.1-6.4	Лекция -объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, выполнение индивидуальных заданий.						
	Тема 3.2 Параметрический портрет бифуркационная диаграмма динамической системы.	2		2	3								
	Тема 3.3 Правила определения типа бифуркации негиперболической особой точки.	2		2	3								
	<b>Итого по 3 разделу</b>	<b>6</b>		<b>6</b>	<b>10</b>								
	<b>Итог за 1 семестр</b>	<b>17</b>		<b>17</b>	<b>30</b>								
	Подготовка к промежуточной аттестации (зачет)				<b>6</b>								
<b>2 семестр</b>													
<b>Раздел 4. Динамические системы с непрерывным временем на плоскости</b>													
ОПК-2 ИОПК -2.1.  ОПК-3 ИОПК -3.2.	Тема 4.1 Линейные динамические системы (ЛДС). Уменьшение размерности области параметров. Существование и устойчивость положений равновесия. Бифуркации в линейных ДС. Параметрический и фазовые портреты ЛДС. Модель Колмогорова.	2				Подготовка к лекциям 6.1-6.4	Лекция -объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, выполнение индивидуальных заданий						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная рабо-та											
		Лекции (час)	Лабораторные работы (час)	Практические занятия (час)	Самостоятельная работа студентов (час)								
	<b>Тема 4.2</b> Нелинейные динамические системы заданий (НДС). Существование и устойчивость положений равновесия. Бифуркации в нелинейных ДС. Параметрический и фазовые портреты НДС	3											
	<b>Тема 4.3</b> Пределные циклы. Критерий отсутствия замкнутых траекторий. Критерий Бендиксона. Определение существования и типа предельного цикла с помощью перехода к полярным координатам.	3											
	<b>Тема лабораторной работы:</b> Нелинейные динамические системы. Существование и устойчивость положений равновесия. Бифуркации в нелинейных ДС. Параметрический и фазовые портреты НДС.		7			Подготовка к лабораторной работе							
	<b>Итого по 4 разделу</b>	8	7		13								
<b>Раздел 5. Дискретные динамические системы на прямой</b>													
ОПК-2 ИОПК -2.1.	<b>Тема 5.1</b> Существование и устойчивость положений равно-	2			5	Подготовка к лекциям 6.1-6.4	Лекция -объяснение с частичным привлече-						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)								
		Лекции (час)	Лабораторные работы (час)	Практические занятия (час)									
ОПК-3 ИОПК -3.2.	весия. Геометрическая интерпретация.					Подготовка к лабораторной работе	нием формы дискуссии, беседы, выполнение индивидуальных заданий						
	<b>Тема 5.2</b> Существование и устойчивость циклов длины 2.	2			5								
	<b>Тема лабораторной работы:</b> Существование и устойчивость положений равновесия.		5										
<b>Итог по 5 разделу:</b>		<b>4</b>	<b>5</b>		<b>10</b>								
<b>Раздел 6. Хаотическое поведение динамических систем</b>													
ОПК-2 ИОПК -2.1. ОПК-3 ИОПК -3.2.	<b>Тема 6.1</b> Система Лоренца	2			5	Подготовка к лекциям 6.1-6.4	Лекция -объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, выполнение индивидуальных заданий						
	<b>Тема 6.2</b> Модель Ресслера	3			6								
	<b>Тема лабораторной работы:</b> применение системы Ресслера для анализа устойчивости динамической системы		5										
<b>Итог по 6 разделу:</b>		<b>5</b>	<b>5</b>		<b>11</b>								
<b>Итог по 2 семестру:</b>		<b>17</b>	<b>17</b>		<b>34</b>								
<b>Подготовка к промежуточной аттестации (Экзамен)</b>					<b>36</b>								
<b>Итого по дисциплине</b>		<b>34</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>106</b>								

## **5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.**

### **5.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности освещены в п.11

Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме зачета, экзамена хранятся на кафедре «Прикладная математика» ауд. 1204 по адресу Н.Новгород, ул. Минина, 24 и находятся в свободном доступе.

### **5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

Таблица 5

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Текущая оценка</b>	<b>Зачет</b>	<b>Экзамен</b>
85-100	Отлично		Отлично
70-84	Хорошо	зачет	Хорошо
60-69	Удовлетворительно		Удовлетворительно
0-59	Неудовлетворительно	незачет	Неудовлетворительно

**Таблица 6 –Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания**

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не засчитано» 0-59% от максимума рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «засчитано» 60-74% от максимума рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «засчитано» 75-89% от максимума рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «засчитано» 90-100% от максимума рейтинговой оценки контроля
ОПК-2. Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	ИОПК-2.1. Понимает современные математические методы решения прикладных задач.	Не способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач;	Фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов. Посредственно реализует математические методы решения прикладных задач;	Знает материал на достаточно хорошем уровне. Способен реализовывать новые математические методы решения прикладных задач;	Имеет глубокие знания всего материала дисциплины. Совершенствует и реализует новые математические методы решения прикладных задач.
ОПК-3. Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	ИОПК-3.2. Выбирает методы исследования математических моделей, исследует математические модели выбранными методами.	Не способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности.	Фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов. Посредственно разрабатывает математические модели и проводит их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности.	Знает материал на достаточно хорошем уровне. Способен разрабатывать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности.	Имеет глубокие знания всего материала дисциплины. Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности.

**Таблица 7. Критерии оценивания**

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично/зачтено)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо/зачтено)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно/зачтено)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (недовлетворительно/не зачтено)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

6.1.1. Горелик Г.С. Колебания и волны. Введение в акустику, радиофизику и оптику : Учеб.пособие / Г.С. Горелик; Под ред.С.М.Рытова. - 3-е изд. - М. : Физматлит, 2007. - 656 с. - (Физтеховский учебник). - Предм.указ.:с.650-655. - Библиогр.:с.649. - ISBN 978- 5-9221-0776-1 : 441-00.

6.1.2. Малинецкий Г.Г. Нелинейная динамика. Подходы, результаты, надежды / Г.Г. Малинецкий, А.Б. Потапов, А.В. Подлазов. - М. : КомКнига, 2006. - 280 с. : ил. - (Синергетика: от прошлого к будущему). - Библиогр.:с.260-279. - ISBN 5-484-00200-1 : 171-21.

6.1.3 Юмагулов, М. Г. Введение в нелинейную динамику: теория, приложения, модели / М. Г. Юмагулов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-9792-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/230366>

6.1.4 Морозов, А. Д. Введение в математические методы нелинейной динамики : учебнометодическое пособие / А. Д. Морозов. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2012. — 98 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/153177>

### 6.2. Справочно-библиографическая литература

6.2.1. Крюковский, А. С. Равномерная асимптотическая теория краевых и угловых волновых катастроф : монография / А. С. Крюковский. — Сочи : РосНОУ, 2019. — 368 с. — ISBN 978-5-89789-087-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/162170>.

## 7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

### 7.1. Перечень информационных ресурсов

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ):

- 1) консультантПлюс [Электронный ресурс]: Справочная правовая система. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru>;
- 2) научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. - Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>;
- 3) электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru>;
- 4) электронно-библиотечная система Znaniум.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com>;
- 5) открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru>;
- 6) polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com>;
- 7) базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>;
- 8) университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru>.

### 7.2 Перечень информационных справочных систем

Таблица 8. Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Образовательная платформа «Юрайт»	<a href="https://urait.ru">https://urait.ru</a>
4	TNT-ebook	<a href="https://www.tnt-ebook.ru">https://www.tnt-ebook.ru</a>

### 7.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины

Таблица 9. Программное обеспечение

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows XP, Prof, S/P3 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.2014)	Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0)
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.2014)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare)
Visual Studio 2008 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.2014)	
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	
Microsoft Office (лицензия № 43178972)	
Windows XP лиц. № 65609340	
Office 2007 лиц. № 43178971	

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows XP Professional (лицензия № 43178980)	
MicrosoftOffice 2007 (лицензия № 44804588)	
Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135)	
Dr.Web (C/н 758S-TDJP-N7HB-ZH2F от 26.05.2025, до 31.05.26)	

**Таблица 10**  
Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
Электронная база избранных статей по философии	<a href="http://www.philosophy.ru">http://www.philosophy.ru</a>
Единый архив экономических и социологических данных	<a href="http://sophist.hse.ru/data_access.shtml">http://sophist.hse.ru/data_access.shtml</a>
Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	<a href="http://www.ncva.ru">http://www.ncva.ru</a>
Информационно-справочная система «Техксперт»	доступ из локальной сети

## **8.ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ**

В таблице 11 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

**Таблица 11.** Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучение книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение – синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	Образовательная платформа «Юрайт»	версия для слабовидящих

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

В таблице 12 перечислены: учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения; помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

**Таблица 12. Оснащенность аудиторий для проведения учебных занятий по дисциплине**

Номер аудитории	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения и реквизиты подтверждающего документа
6421	Мультимедийная аудитория учебно-лабораторного корпуса № 6	1. Доска меловая – 1 шт. 3. Экран – 1 шт. 4. Мультимедийный проектор Epson X12 – 1 шт. 5. Компьютер PC MB Asus на чипсете Nvidia/AMDAthlonXII CPU 2.8Ghz/ RAM 4 Ggb/SVGAStandartGraphics +Ge-FORCE Nvidia GT210/HDD 250Ggb,SATAinterface, монитор 19”, с выходом на проектор. 6. Рабочее место студента - 74 7. Рабочее место для преподавателя – 1 шт.	1. Windows 7 32 bit корпоративная; VL 49477S2 2. Adobe Acrobat Reader DC-Russian (беспл.) 3. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 4. Dr.Web (C/н 758S-TDJP-N7HB-ZH2F от 26.05.2025, до 31.05.26)
6543	Помещение для самостоятельной работы студентов (Компьютерный класс № 1) учебно-лабораторного корпуса № 6	1. Рабочие места студента, оснащенные ПК на базе Intel Core i5 с мониторами – 8 шт. 2. Рабочие места студента, оснащенные ПК на базеCore 2 Duo с мониторами –2 шт. 3. Рабочее место преподавателя, оснащенное ПК на базе Intel Core i5 с монитором – 1 шт. 4. Проектор Accer, проекционный экран – 1 шт. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета 5. Принтер HP LaserJet 1200 – 1 шт.	1. Microsoft Windows 7 MSDN реквизиты договора - подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18 2. Бесплатное ПО: Пакет программ Open Office, True Conf, Браузер Google Chrome, Браузер Mozilla Firefox, Браузер Opera, McAfee Security Scan, Adobe Acrobat Reader DC, AutoCAD2013

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образователь-

ных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания;
- элементы электронного обучения.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются при проведении практических занятий и на лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч с студентами, так и современных информационных технологий: электронная почта, ZOOM.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции по дисциплине преподаватель может применять балльно-рейтинговую систему контроля и оценку успеваемости студентов.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии за набранными за семестр баллами. Студентам, набравшим в ходе текущего контроля успеваемости по дисциплине от 61 до 100 баллов и выполнившим все обязательные виды запланированных учебных заданий, по решению преподавателя без прохождения промежуточной аттестации выставляется оценка в соответствии со шкалой оценки результатов освоения дисциплины.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

**Результат обучения считается несформированным**, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

## **10.1. Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала. Лекции проводятся с применением дискуссии, беседы. Студенты, участвующие в дискуссии, отвечающие на вопросы, получают за работу на лекции 5-10 баллов, которые учитываются при получении зачета, экзамена.

## **10.2. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах**

Подготовку к каждому лабораторному занятию студент должен начать с ознакомления с конспектом лекций, который отражает содержание предложенной темы. Лабораторные задания выполняются самостоятельно при косвенном контроле преподавателя.

При оценивании выполнения задания учитывается следующее:

- качество выполнения задания;
- качество устных ответов на вопросы по заданию.

### **10.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях**

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой практических занятий является решение задач и разбор примеров.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- умение решать типовые задачи;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе.

### **10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в разделе 6. В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 12). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

### **10.5. Методические указания для выполнения РГР**

РГР не предусмотрены учебным планом.

### **10.6. Методические указания для выполнения курсового проекта/работы**

Выполнение курсового проекта/работы не предусмотрено учебным планом.

## **11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости содержатся в отдельном файле.