

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет

---

УТВЕРЖДЕНО  
президиумом Ученого совета ННГУ

протокол № 13 от  
« 30 » ноября 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Моделирование динамики систем

---

Уровень высшего образования  
Магистратура

---

Направление подготовки / специальность  
02.04.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

---

Направленность образовательной программы  
Биоинформатика

---

Форма обучения  
очная

---

Нижний Новгород

2023 год

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.01, «Моделирование динамики систем» ОПОП направления подготовки 02.04.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии, формируемой участниками образовательных отношений.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
<i>ПК-1. Способен руководить научными исследованиями и опытно-конструкторскими разработками, в области информатики и информационных технологий (ФИИТ), и формировать их новые направления в области профессиональной деятельности</i>	<i>ПК-1.1. Обладает знаниями о проблематике и методах научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности.</i>	<i>ПК-1.1: Знает основные принципы сбора и анализа информации, методы критического анализа и оценки современных научных достижений в теории активных сред, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в этой области.</i>	<i>Собеседование.</i>
	<i>ПК-1.2. Участвует в выполнении научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности.</i>	<i>ПК-1.2: Умеет работать с большим объемом данных исследований активных сред, готовить аналитические обзоры информации, полученной из различных источников, например, библиографических и реферативных баз РИНЦ, Scopus, Web of Science и др.</i>	
	<i>ПК-1.3. Имеет навыки руководства исследованиями и опытно-конструкторскими разработками в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности, и формирования их новых направлений.</i>	<i>ПК-1.3: Владеет современными информационными и коммуникационными технологиями сбора теоретических и эмпирических данных в области активных сред, методами обработки, анализа и представления этих данных, например, с использованием таких</i>	

		библиотек языка python, как Pandas, SciPy, NumPy, Matplotlib, Keras, PyTorch и др.	
--	--	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>3</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>108</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>32</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>0</b>
- КСР	<b>1</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>75</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>0</b>
	<b>зачет</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
	очная	очная	очная	очная	очная	очная
Тема 1: Основы моделирования нелинейных динамических систем	23	8	0	0	8	15
Тема 2: Динамика автономных моделей генераторов с фазовым управлением (систем ФАП) и частотно-фазовым управлением (систем ЧФАП)	21	6	0	0	6	15

Тема 3: Динамика малых ансамблей ФАП	21	6	0	0	6	15
Тема 4: Динамика неавтономных моделей ФАП и ЧФАП	21	6	0	0	6	15
Тема 5: Синхронизация регулярных и хаотических колебаний	21	6	0	0	6	15
Аттестация	0					
КСР	1				1	
Итого	108	32	0	0	33	75

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках: групповых консультаций, индивидуальных консультаций.

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя изучение выходящих за рамки дисциплины аспектов теории решеточных динамических систем. Для этого используются посвященные таким аспектам книги, учебно-методические пособия, включая рекомендованные, электронный курсы и статьи, которые можно найти в читальном зале библиотеки ННГУ и на соответствующих ресурсах сети Интернет, в том числе:

1.

Доступ к обозначенным ресурсам может осуществляться либо в компьютерных классах ННГУ, подключенных к сети Интернет, либо при наличии технических возможностей в домашних условиях. Порядок выполнения самостоятельной работы соответствует программе курса и контролируется в ходе проведения аудиторных занятий и в конце курса при проведении экзамена по данной дисциплине. Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

#### 5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

##### 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие	Уровень	Минимальн	Уровень	Уровень	Уровень	Уровень

	знаний теоретического материала.  Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	о допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.	знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения.  Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом . Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки.  Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

## 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

(согласно оценочным средствам табл.2)

### 5.2.1 Контрольные вопросы

№	Вопрос	
1.	Понятие и классификация динамических моделей. Фазовые пространства динамических систем, структура фазового пространства динамической модели, особые траектории.	ПК1
2.	Классификация состояний равновесия многомерных динамических систем.	ПК1
3.	Бифуркации состояний равновесия многомерных динамических систем.	ПК1
4.	Классификация периодических решений многомерных динамических систем.	ПК1
5.	Бифуркации периодических решений многомерных динамических систем.	ПК1
6.	Хаотические аттракторы, критерии их идентификации, характеристики хаотических аттракторов	ПК1
7.	Сценарии хаотизации регулярных колебаний	ПК1
8.	Теоретические основы построения моделей ФАП (ЧФАП). Аттракторы и структура пространства параметров моделей ФАП (ЧФАП) без фильтров, с фильтрами 1-го и 2-го порядков.	ПК1

9.	Динамические режимы ансамблей фазоуправляемых генераторов, особенности в их идентификации.	ПК1
10.	Карты динамических режимов и характеристик, алгоритмы их построения.	ПК1

### 5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции **ПК-1**

Алгоритмы и методы исследования состояний равновесия, периодических и хаотических решений многомерных систем.
Структура, функциональные возможности программного комплекса ДНС (Динамика Нелинейных Систем).
Классифицировать состояния равновесия
Найти и исследовать состояния равновесия нелинейной динамической системы.
Построить фазовый портрет двумерной динамической системы.
Найти и исследовать периодическое решение динамической системы.

### 15.2.3. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции **ПК-1**

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### а) основная литература:

1. Матросов В.В. Моделирование нейроразличных элементов и сетей на базе фазоуправляемых генераторов. Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский университет, 2011.  
<http://www.unn.ru/e-library/methodmaterial.html?pscience=7>
2. Матросов В.В., Шалфеев В.Д., Динамический хаос в фазовых системах: Учебное пособие. Издание второе, дополненное. Нижний Новгород. Издательство Нижегородский университет 2009.
3. Пономаренко В. П., Матросов В. В. - Моделирование динамических процессов в автогенераторных системах с частотным управлением: учеб. пособие. - Н. Новгород: ННГУ, 1997. - 114 с.
4. Матросов В.В. Динамика нелинейных систем. // Программный комплекс для исследования нелинейных динамических систем с непрерывным временем: учебно-методическая разработка Нижегородский Государственный Университет им. Н.И. Лобачевского, 2002.  
[http://www.rf.unn.ru/rus/ktk/sites/default/files/manual\\_matrosov\\_dns.PDF](http://www.rf.unn.ru/rus/ktk/sites/default/files/manual_matrosov_dns.PDF)
5. Неймарк Ю. И. - Метод точечных отображений в теории нелинейных колебаний. - М.: Наука, 1972. - 471 с.
6. [Основные бифуркации динамических систем: учеб. пособие. / Афраимович В. И., Гаврилов Н. К., Лукьянов В. И., Шильников Л. П. - Горький: ГГУ, 1985. - 92 с.](#)
7. Матросов В.В. Моделирование систем: анализ динамики и расчет динамических характеристик системы ФАП с пропорционально-интегрирующим фильтром// Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: ННГУ, 2012. – 26с.  
[http://www.rf.unn.ru/rus/ktk/sites/default/files/manual\\_matrosov\\_modelling\\_fap.pdf](http://www.rf.unn.ru/rus/ktk/sites/default/files/manual_matrosov_modelling_fap.pdf)

### б) дополнительная литература:

1. [Методы качественной теории в нелинейной динамике. / Шильников Л. П., Шильников А. Л., Тураев Д. В., Чуа Л. Ч. 1. - М. ; Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004. - 416 с.](#)
2. Методы качественной теории в нелинейной динамике. / Шильников Л. П., Шильников А. Л., Тураев Д. В., Чуа Л. Ч. 2. - М. ; Ижевск, 2009. - 548 с.

3. Мун Ф. Хаотические колебания. Вводный курс для научных работников и инженеров. Пер. с англ. - М.: Мир, 1990. -312с.
4. Шустер Г. Детерминированный хаос. Введение. Пер. с англ. - М.: Мир, 1988. -240с.
5. Анищенко В.С., Т.Е. Вадивасова, В.В. Астахов. Нелинейная динамика хаотических и стохастических систем. Фундаментальные основы и избранные проблемы / Под ред. В.С. Анищенко - Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1990. -368с.

в) Интернет-ресурсы:

1. <http://www.unn.ru/e-library/aids.html?pscience=2&posdate=2006>
2. <http://www.unn.ru/e-library/aids.html?pscience=2&posdate=2007>
3. <http://www.unn.ru/e-library/methodmaterial?pscience=7&posdate=2010>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения. Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет»; и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 02.04.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Автор(ы): Матросов В.В. д.ф.-м.н., проф. каф. Теории колебаний и автоматического регулирования

Рецензент(ы): Осипов Г.В., д.ф.-м.н., доц., зав. каф. теории управления и динамики систем ИИТММ

Заведующий кафедрой: Матросов В.В. д.ф.-м.н., проф.

Программа одобрена на заседании Методической комиссии радиофизического факультета, от 14.11.22, протокол № 08/22.