

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**

Спецлаборатории

---

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.05, «Спецлаборатории» 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	
ПК-1. Способен руководить научными исследованиями и опытно-конструкторскими разработками, в области фундаментальной информатики и информационных технологий (ФИИТ), и формировать их новые направления в области профессиональной деятельности	ПК-1.1. Знает проблематику и методы научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности ПК-1.2. Имеет навыки выполнения научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности. ПК-1.3. Имеет навыки руководства исследованиями и опытно-конструкторскими разработками в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности, и формирования их новых направлений.	ПК-1.1. Знает основы теории нелинейных колебаний, подходы и методы анализа нелинейных динамических систем с использованием методов теории нелинейных колебаний и теории бифуркаций ПК-1.2. Имеет навыки анализа нелинейных динамических систем с использованием методов теории нелинейных колебаний и теории бифуркаций ПК-1.3. Имеет навыки руководства исследованиями в области анализа динамики нелинейных систем и применения теоретических исследования к практическим разработкам.	ПК-1.1. Собеседование
ПК-5. Способность демонстрации общенаучных базовых знаний математических и естественных наук, фундаментальной информатики и информационных технологий; способность применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и методы параллельной обработки данных, операционные системы, электронные библиотеки и пакеты программ, сетевые технологии	ПК-5.1. Знает основы научно-исследовательской деятельности в области информационных технологий, владеет знанием основ философии и методологии науки; знанием методов научных исследований и навыками их проведения.  ПК-5.2. Умеет применять полученные знания в области фундаментальных научных основ теории информации и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности.  ПК-5.3. Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области информационных технологий	ПК-5.1. Способен демонстрировать результаты научно-исследовательской деятельности в области информационных технологий, базирующиеся на методах современной теории нелинейных колебаний.  ПК-5.2. Умеет применять полученные знания в области фундаментальных научных основ теории информации и решать задачи, связанные с анализом динамики нелинейных систем.  ПК-5.3. Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области информационных технологий	ПК-5.1. Собеседование  ПК-5.2. Практические задания  ПК-5.3. Собеседование

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Трудоемкость дисциплины

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

### 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				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				
		из них				
	Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего		
	очная	очная	очная	очная	очная	очная
Тема 1: Выполнение лабораторной работы «Анализ динамики и расчет динамических характеристик системы ФАП с пропорционально интегрирующим фильтром»	33	0	0	8	8	25
Тема 2: Выполнение лабораторной работы «Генератор хаотических колебаний».	74	0	0	24	24	50
Аттестация	0					
КСР	1				1	
Итого	108	0	0	32	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. Программный комплекс «Динамика нелинейных систем»

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

	наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	навыки. Имели место грубые ошибки.	х задач с некоторыми недочетами	некоторыми недочетами	ошибок и недочетов.	без ошибок и недочетов.	
--	--	------------------------------------	---------------------------------	-----------------------	---------------------	-------------------------	--

### 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

### 5.2.1 Контрольные вопросы

1. Классификация состояний равновесия нелинейных динамических систем и их бифуркации.	ПК1
2. Периодические решения нелинейных динамических систем, их классификация и бифуркации.	
3. Хаотические аттракторы, способы идентификации.	
1. Алгоритмы и методы исследования состояний равновесия, периодических и хаотических решений многомерных систем.	ПК5
2. Структура, функциональные возможности программного комплекса ДНС.	
3. Системы ФАП: структурные схемы, принцип работы, математические модели, динамические режимы	
4. Динамические режимы генератора Чуа	

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

- Назначение, физический смысл параметров и переменных модели системы ФАП с фильтром первого порядка
- Особые траектории моделей с цилиндрическим фазовым пространством.
- Бифуркации динамических систем второго порядка с цилиндрическим фазовым пространством
- Разбиение плоскости параметров ( $\varepsilon, \gamma$ ) модели системы ФАП с фильтром первого от параметра  $n$
- Грубые фазовые портреты модели системы ФАП с фильтром первого порядка
- Динамические характеристики системы ФАП, как устройства синхронизации.
- Определение и изучение возможных установившихся движений, соответствующих режимам генера-

ции колебаний различных типов;

- Отыскание конкретных типов движений и исследование их эволюции при изменении параметров исследуемой системы;
- Изучение бифуркаций движений, определение бифуркационных значений параметров;
- Изучение механизмов хаотизации регулярных колебаний;

### **5.2.3. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ПК-5**

- Для заданного значения параметра  $n$  и синусоидальной характеристики фазового дискриминатора построить грубые фазовые портреты модели ФАП
- Для заданного значения параметра  $n$  и определенной характеристики фазового дискриминатора рассчитать границу области захвата в режим синхронизации.
- Найти кривые бифуркаций состояний равновесия модели генератора Чуа, с последующим вычислением первой ляпуновской величины;
- Построить проекции аттракторов и временные реализации аттракторов модели Чуа;
- Построить однопараметрические бифуркационные диаграммы отображения Пуанкаре;
- Исследовать неподвижные точки отображения Пуанкаре (предельные циклы) и их характеристики;
- Построить в плоскости двух параметров кривые, отвечающие бифуркациям предельных циклов;
- Вычислять спектр мощности и автокорреляционную функцию на траекториях динамической модели Чуа;

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

а) основная литература:

1. Сюсань У. Семейство схемы Чуа // ТИИЭР, Т.75, N8, 1987.
2. Матросов В.В., Шалфеев В.Д., Сергеев О.С. Генератор хаотических колебаний Специальный практикум по радиофизике и электронике. Н.Новгород. Изд-во ННГУ, 2001
3. Матросов В.В. Моделирование систем: анализ динамики и расчет динамических характеристик системы ФАП с пропорционально-интегрирующим фильтром Н.Новгород. Изд-во ННГУ, 2012, 26с.
4. Динамика нелинейных систем. Программный комплекс для исследования нелинейных динамических систем с непрерывным временем. Учебно-методическая разработка. Н.Новгород. Изд-во ННГУ, 2002. 54с

б) дополнительная литература:

1. Матросов В.В., Шалфеев В.Д. Динамический хаос в фазовых системах Учебное пособие. Издание второе дополненное. Н.Новгород. Изд-во ННГУ, 2009, 271с
2. Матросов В.В. Моделирование нейроподобных элементов и сетей на базе фазоуправляемых генераторов. Н.Новгород. ННГУ, 2011. <http://www.unn.ru/e-library/methodmaterial.html?pscience=7>, 54с.
3. Алешин К.Н., Матросов В.В. Динамика цепочек фазовых систем с однонаправленными связями // Учебно-методические материалы для магистров и аспирантов Исследовательской Школы «Колебательно-волновые процессы в природных и искусственных средах». Н.Новгород. Изд-во ННГУ, 2014 <http://www.rfwave.unn.ru/sites/default/files/matrosov.pdf>, 51
4. Мищенко М.А., Матросов В.В. Нейроподобная динамика в фазовых системах // Учебно-методические материалы для магистров и аспирантов Исследовательской Школы «Колебательно-волновые процессы в природных и искусственных средах», Н.Новгород. Изд-во ННГУ, 2014, 30с.
5. Анищенко В.С. Вадивасова Т.Е., Астахов В.В. Нелинейная динамика хаотических и стохастиче-

ских систем / Под ред. В.С. Анищенко. -Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 1999. - 368 с.

6. Пономаренко В.П., Матросов В.В. Моделирование динамических процессов в автогенераторных системах с частотным управлением: Учебное пособие. -Н.Новгород. ННГУ. 1997. 114с.
7. Баутин Н.Н. Поведение динамических систем вблизи границы области устойчивости. - М.: Наука, 1984. -176с.
8. Неймарк Ю.И., Ланда П.С. Стохастические и хаотические колебания. - М.: Наука, 1987. -423с.
9. Шустер Г. Детерминированный хаос: Введение / Пер. с англ. - М.: Мир, 1988. - 240 с.
10. Анищенко В.С. Сложные колебания в простых системах. - М.: Наука, 1990. -312с.
11. Мун Ф. Хаотические колебания: Вводный курс для научных работников и инженеров / Пер. с англ. - М.: Мир, 1990. - 312 с.
12. Берже П., Помо И., Видаль К. О детерминированном подходе к турбулентности. Пер. с фран. - М.: Наука, 1991. -386с.

## **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.