

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  
решением Ученого совета ННГУ  
протокол № 10 от 02.12.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Приложения нелинейной динамики к задачам передачи, обработки и  
хранения информации

---

Уровень высшего образования  
Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность  
02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

---

Направленность образовательной программы  
Информационные системы и технологии

---

Форма обучения  
очная

---

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.03 Приложения нелинейной динамики к задачам передачи, обработки и хранения информации относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-5: Способен использовать современные инструментальные и вычислительные средства информационных технологий	<p>ПК-5.1: Знает базовое оборудование и принципы его работы в информационных системах различных частотных диапазонов</p> <p>ПК-5.2: Знает основные принципы автоматизации и компьютеризации процессов сбора и обработки физической информации</p> <p>ПК-5.3: Умеет измерять основные физические величины, указывая погрешности измерений</p> <p>ПК-5.4: Умеет обрабатывать полученные в ходе эксперимента данные с использованием современных информационных технологий; проводить численные расчеты физических величин при обработке экспериментальных результатов</p> <p>ПК-5.5: Имеет практические навыки работы с измерительными приборами - осциллографическими, оптическими, спектральными, устройствами ввода/вывода данных</p>	<p>ПК-5.1: Знать базовое оборудование и принципы его работы в информационных системах различных частотных диапазонов</p> <p>ПК-5.2: Знать: программные средства, позволяющие эффективно осуществлять исследование нелинейной динамики математических моделей на основе обыкновенных дифференциальных уравнений</p> <p>ПК-5.3: Уметь измерять основные физические величины, указывая погрешности измерений</p> <p>ПК-5.4: Уметь: пользоваться современными программными средствами численного моделирования. Владеть: навыками использования вычислительных средств для анализа нелинейной динамики в ходе выполнения лабораторных работ</p>	Задания	<p>Зачёт: Контрольные вопросы</p> <p>Зачёт с оценкой: Контрольные вопросы</p>

	<p>ПК-5.6: Имеет практические навыки эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования</p> <p>ПК-5.7: Имеет практические навыки работы с вычислительной техникой на уровне применения в экспериментальных исследованиях</p>	<p>ПК-5.5: Иметь практические навыки работы с измерительными приборами - осциллографическими, оптическими, спектральными, устройствами ввода/вывода данных</p> <p>ПК-5.6: Иметь практические навыки эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования</p> <p>ПК-5.7: Иметь практические навыки работы с вычислительной техникой на уровне применения в экспериментальных исследованиях</p>		
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>7</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>252</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>0</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>92</b>
- КСР	<b>3</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>157</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>0</b>
	<b>Зачёт, Зачёт с оценкой</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

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

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе	
		Контактная работа (работа во	Самостоятельная

		взаимодействии с преподавателем), часы из них		Всего	работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы		
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Тема 1: Лабораторная работа «Динамика спинового генератора»	124		46	46	78
Тема 2: Лабораторная работа «Динамика спайкового нейрона»	125		46	46	79
Аттестация	0				
КСР	3			3	
Итого	252	0	92	95	157

### Содержание разделов и тем дисциплины

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий /лабораторных работ в форме практической подготовки отводится \_\_92\_\_ часа.

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 92 ч.

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

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к заданиям и контрольным вопросам для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, приведённым в пункте 5.

#### 5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-5:

### Задача 1.

Получить зависимость частоты генерации спайков от приложенного тока для модели порогового интегратора: а) численно, б) аналитически. Сравнить результаты. Нарисовать 5 реализаций мембранного потенциала.

### Задача 2.

Численно получить зависимость частоты генерации спайков от приложенного тока для модели квадратичного интегратора при значении параметра. Сделать 2 прохода по циклу изменения параметра приложенного тока: от -1 до 1 и назад от +1 до -1, передавая последнее значения вектора переменных в начальные условия следующей итерации.

- а. Значение параметра потенциала сброса -0.5.
- б. Значение параметра потенциала сброса +0.5.

### Задача 3.

Для модели двух синаптически связанных нейронов Фитцхью-Нагумо, первый из которых находится в колебательном режиме, а второй в возбудимом, построить

- а. 3 реализации мембранных потенциалов для различных значений синаптической проводимости,  $g_{syn}$ : от 0 до значения  $g_{syn} = grh$ , при котором второй нейрон отвечает спайком на каждый спайк первого нейрона.  $grh$  определить самостоятельно
- б. 3 реализации для  $g_{syn} > grh$  с таким же шагом изменения проводимости как и в случае а).  $grh$  определить самостоятельно.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	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	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно». Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо».

### 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

#### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатор достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
Знания	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 ошибок	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. Ошибок нет.	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 отделенным и 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 базовых навыков. 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 оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	<b>превосходно</b>	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
	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	<b>удовлетворительно</b>	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».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-5

1. Вопросы для контроля из учебно-методического пособия «Динамика спинового генератора» [1].

2. Физические процессы в спиновом вентиле при пропускании через него электрического тока.

3. Эффект гигантского магнетосопротивления.

4. Использование эффекта гигантского магнетосопротивления в системах хранения информации на магнитных носителях.

5. Макроспиновая модель спинового генератора. Уравнения модели для динамики вектора намагниченности.

6. Модель спинового генератора динамики комплексной амплитуды.

7. Спиновый генератор как автоколебательная система.

8. Характеристики колебаний спинового генератора, возможность прикладного использования в системах передачи и обработки информации

9. Динамика спинового генератора, описание бифуркаций.

10. Различные способы внешней синхронизации спинового генератора

11. Эффект взаимной синхронизации спиновых генераторов.

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения,

Оценка	Критерии оценивания
	<p>владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой. Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично». Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо». Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».</p>
не зачтено	<p>Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно». Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо».</p>

### 5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-5

Физические процессы в спиновом вентиле при пропускании через него электрического тока.

Эффект гигантского магнетосопротивления.

Использование эффекта гигантского магнетосопротивления в системах хранения информации на магнитных носителях.

Макроспиновая модель спинового генератора. Уравнения модели для динамики вектора намагниченности.

Модель спинового генератора динамики комплексной амплитуды.

Спиновый генератор как автоколебательная система.

Характеристики колебаний спинового генератора, возможность прикладного использования в системах передачи и обработки информации.

Динамика спинового генератора, описание бифуркаций.

Различные способы внешней синхронизации спинового генератора.

Эффект взаимной синхронизации спиновых генераторов.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы для лабораторной работы «Динамика спайкового нейрона» – учебно-методические пособия по курсу [2-3], специальное программное обеспечение, основная [2-3] и

дополнительная [1,12-14] литература, интернет-ресурсы [1-8].

Вопросы, которые должны быть проработаны в ходе самостоятельной работы по теме лабораторной работы «Динамика спайкового нейрона»:

Обыкновенные дифференциальные уравнения. Задача Коши.

Метод Эйлера.

Метод Рунге-Кутты.

Типы данных в языке Python.

Операции со списками и словарями в языке Python.

Операции с многомерными массивами в языке Python.

Описание нейронов с точки зрения теории динамических систем.

Физические процессы, лежащие в основе изменения мембранного потенциала нейрона.

Модель порогового интегратора.

Модель Фитцхью-Нагумо.

Модель Ижикевича.

Модели синаптической пластичности.

### **Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)**

Оценка	Критерии оценивания
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».
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо».
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».

Оценка	Критерии оценивания
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».
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо».

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

Основная литература:

1. Прокин И. С. Математическое моделирование неуродинамических систем : учебно-методическое пособие / И. С. Прокин, А. Ю. Симонов, В. Б. Казанцев ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2012. - 40 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=851311&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Некоркин Владимир Исаакович. Лекции по основам теории колебаний : учеб. пособие для студентов ННГУ, специализирующихся в области радиофизики, приклад. математики и мат. моделирования / ННГУ. - Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 2012. - 311 с. - ISBN 978-5-91326-230-1 : 162.13., 148 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Интерактивный курс изучения основ программирования на языке Python на русском языке <http://pythontutor.ru/>
2. Интерактивный курс изучения основ программирования на языке Python на английском языке <https://www.datacamp.com/courses/intro-to-python-for-data-science>
3. Портал “Python для начинающих” <https://pythonworld.ru/>
4. [https://ru.wikibooks.org/wiki/Python/Учебник\\_Python\\_2.6](https://ru.wikibooks.org/wiki/Python/Учебник_Python_2.6)
5. [https://ru.wikibooks.org/wiki/Python/Учебник\\_Python\\_3.1](https://ru.wikibooks.org/wiki/Python/Учебник_Python_3.1)
6. <http://www.russianlutheran.org/python/hinsen/hinsen.htm>
7. <https://dou.ua/lenta/articles/python-for-science/>
8. [https://ru.wikiversity.org/wiki/Программирование\\_и\\_научные\\_вычисления\\_на\\_языке\\_Python](https://ru.wikiversity.org/wiki/Программирование_и_научные_вычисления_на_языке_Python)

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

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими

средствами обучения, компьютерами.

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 ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Автор(ы): Мишагин Константин Геннадьевич, кандидат физико-математических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Матросов Валерий Владимирович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 28.11.2024, протокол № 06/24.