

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Институт информационных технологий математики и механики

---

УТВЕРЖДЕНО  
решением ученого совета ННГУ  
протокол от  
«30» ноября 2022 г. № 13

**Рабочая программа дисциплины**

**Информационная нейродинамика.  
Распределенные системы**

---

Уровень высшего образования  
**Бакалавриат**

---

Направление подготовки  
**01.03.02 Прикладная математика и информатика**

---

Направленность образовательной программы  
**Прикладная математика и информатика (общий профиль)**

---

Форма обучения  
**очная**

---

Нижний Новгород

2023 год

## 1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Код дисциплины Б1.В.ДВ.07.06.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.ДВ.07.06 «Информационная нейродинамика. Распределенные системы» относится к части ООП направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», 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**	
<b>ПК-13.</b> Способен участвовать в исследовании математических моделей в естественных науках и технике	<b>ПК-13.1.</b> Знает методы создания, анализа и исследования математических моделей в естественных науках и технике	<i>Знать:</i> - основные принципы, факты, понятия, аналитические и численные методы, изучаемые в дисциплине: 1. Базовые нейронные модели. 2. Основные переменные и параметры в динамических системах, моделирующих поведение живых систем. 3. Дисперсионное уравнение. 4. Основные режимы функционирования единичного нейрона и нейронной сети. 5. Способы передачи информации в нейронных сетях.	<i>Собеседование</i>
	<b>ПК-13.2</b> Знает математические методы обработки информации, полученной в результате экспериментальных исследований	<i>Знать:</i> - понятие динамической системы, основные понятия и факты динамики систем. - математические методы обработки экспериментальной информации - профессиональный язык теории нелинейной динамики живых систем	<i>Собеседование</i>

	<p><b>ПК-13.3</b>  Умеет корректно использовать методы создания, анализа и исследования математических моделей, умеет применять численные и аналитические методы решения базовых математических задач и классических задач естествознания в практической деятельности</p>	<p>Уметь:  1. Строить простейшие математические модели и исследовать их;  2. Качественно строить фазовые портреты систем первого и второго порядков;  3. Интерпретировать результаты исследования динамических систем для конкретных нейронных моделей  4. Находить состояния равновесия автономных систем, определять их тип.  5. Исследовать стационарные волны в нейронных одно и двумерных средах.  - доказывать ранее изученные в рамках дисциплины математические утверждения;  - решать математические задачи (линейные дифференциальные уравнения в обыкновенных и частных производных, точечные отображения), которые требуют некоторой оригинальности мышления.  Владеть:  - терминологией предметной области;  - принципами построения и выбора эффективных методов решения и интерпретации результатов  - навыками математического моделирования для динамических нейронных систем</p>	<p>Задача  (практическое задание)</p>
	<p><b>ПК-13.4.</b>  Владеет навыками использования математических методов обработки информации, полученной в результате экспериментальных исследований</p>	<p>Уметь:  - интерпретировать новую информацию в предметной области  Владеть:  - навыками поиска информации в рамках предметной области в сети Интернет и других источниках.  - навыками использования топологической классификация состояний равновесия.</p>	<p>Собеседование</p>

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Трудоемкость дисциплины

	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>3 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>108</b>
<b>в том числе</b>	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	<b>34</b>
- занятия лекционного типа	<b>16</b>
- занятия семинарского типа	<b>16</b>
- занятия лабораторного типа	<b>0</b>
- текущий контроль (КСР)	<b>2</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>38</b>
<b>Промежуточная аттестация – экзамен</b>	<b>36</b>

### 3.2. Содержание дисциплины

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	
<b>Раздел 1. Нелинейная динамика распределенных систем</b>  Волновые уравнения. Уравнение реакции-диффузии. Диффузионная связь. Уравнение Колмогорова-Петровского-Пискунова. Фронты переключения. Уравнение Фитц-Хью-Нагумо. Автомодельные уравнения. Стационарные волны. Уравнение Кортевега –де Фриза. Солитоны. Устойчивость решений распределенных систем.	35	8	8	0	16	19
<b>Раздел 2. Нейронные модели</b>  Осциллятор «накопление-сброс». Модель Ходжкина-Хаксли. Система ФитцХью-Нагумо. Обобщенная система Лотки-Вольтерра. Дискретный нейрон Рулькова. Система Хиндмарш-Розе.	35	8	8	0	16	19
<b>Текущий контроль (КСР)</b>	2				2	
<b>Промежуточная аттестация – экзамен</b>	36					
<b>Итого</b>	108	16	16	0	34	38

Текущий контроль успеваемости реализуется в форме опросов на занятиях семинарского типа. Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (экзамен).

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

Самостоятельная работа студента заключается в ознакомлении с теоретическим материалом по учебникам, указанным в списке литературы, решении практических задач, подготовке ответов на вопросы самоконтроля, а также под контролем преподавателя направлена на активизацию познавательной деятельности студента и установление «обратной связи» между студентом и преподавателем.

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины «Информационная нейродинамика-2» включает выполнение практических заданий под контролем преподавателя в терминал-классе. По практическим заданиям проводится письменное оформление отчета и

последующая его сдача преподавателю с учетом исправления ошибок, допущенных студентом, и исправления замечаний, указанных преподавателем.

#### Виды самостоятельной работы студентов:

- проработка теоретического материала лекционных занятий;
- подготовка домашних заданий к научно-практическим занятиям;
- подготовка к промежуточной аттестации в форме экзамена.

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	При решении стандартных	Имеется минимальны	Продemonстрированы	Продemonстрированы	Продemonстрированы	Продemonстрированы

	материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	й набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.	базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	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»
	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 к экзамену

вопросы	Код формируемой компетенции
Рождение седлового периодического движения из двоякоасимптотической траектории к состоянию равновесия типа седло-седло.	ПК-13
Рождение периодического движения при исчезновении двукратного состояния равновесия типа седло-узел.	ПК-13
Рождение единственного периодического движения из двоякоасимптотической траектории к состоянию равновесия.	ПК-13
Метод Ван-дер-Поля. Основные положения метода.	ПК-13

Применение метода к уравнению Ван-дер-Поля. Мягкий режим возникновения автоколебаний. Жесткий режим возникновения автоколебаний.	
Метод Пуанкаре для нахождения периодических решений.	<i>ПК-13</i>
Вынужденная синхронизация. Взаимная синхронизация	<i>ПК-13</i>
Хаотические колебания.	<i>ПК-3</i>
Автомодельные решения.	<i>ПК-13</i>
Стационарные волны.	<i>ПК-13</i>
Солитоны.	<i>ПК-13</i>
Устойчивость решений распределенных систем.	<i>ПК-13</i>
Распределенные нейронные модели.	<i>ПК-13</i>
Система Ходжи-Хаксли. Основные режимы в случае одномерного волокна.	<i>ПК-13</i>

### 5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-13

#### Задание 1.

1. Стационарные волны в одномерных нейронных средах.
2. Дисперсионное уравнение.

#### Задание 2.

1. Волны переключения в одномерных нейронных средах.
2. Характеристическое уравнение. Частотный спектр

### 5.2.3. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ПК-13

**Задание 1.** Построить солитонное решение уравнения синус-Гордона.

**Задание 2.** Волновые числа одномерной среды с периодическими граничными условиями.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) Основная литература

1. Некоркин В.И. -Лекции по основам теории колебаний. Н.Новгород, ННГУ, 2012. (152 экз).

### б) Дополнительная литература.

1. Рабинович М.И., Трубецков Д.И. Введение в теорию колебаний и волн. – М.:Наука, гл. ред.физ.-мат. лит-ры, 1987. (161 экз)
2. Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э. Теория колебаний. - М.: Физматгиз. 1959; М.: Наука, 1981г. (302 экз)

### в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. При выполнении компьютерного практикума используются лицензионные экземпляры математического пакета MatLab, установленные в лаб.220 кафедры
2. Современная цифровая образовательная среда РФ. [сайт]. Учебные курсы.  
URL: <https://online.edu.ru/public/courses?faces-redirect=true>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, а также

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

Наличие рекомендованной литературы.

Компьютерный класс с ОС Microsoft Windows и установленными комплектами лицензионных математических пакетов MatLab (лаб.220 2-го корпуса):

- Операционные системы семейства Microsoft Windows, – лицензия по подписке MicrosoftImagine;
- Математический пакет MatLab, – лицензионное ПО приобретено в 2006/2007 гг при выполнении нац. проекта «Образование», бессрочная лицензия, ключ у системного администратора.

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Автор: д.ф.-м.н., заведующий кафедрой ТУиДС Осипов Г.В.

Рецензент: д.т.н., профессор НГТУ им. Р.Е. Алексеева Ломакина Л.С.

Заведующий кафедрой ТУиДС: д.ф.-м.н. Осипов Г.В.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики

от 30 ноября 2022 года, протокол № 3.