

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

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол №13 от 30.11.2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Вычислительные методы исследования нейроподобных систем**

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

Бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Инженерия программного обеспечения

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород

2023 год

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина *Б1.В.ДВ.05.01 Вычислительные методы исследования нейродинамических систем* относится к части ООП направления подготовки 02.03.02 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**	
<b>ПК-3</b> Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий и программирования и компьютерной техники	<b>ПК-3.1:</b> Знает методы анализа и исследования математических моделей в области фундаментальной информатики и информационных технологий;	<b>ЗНАТЬ</b>  Знать основные понятия, определения и модели, используемые при исследовании нейродинамических систем  Знать базовые алгоритмы вычислительной математики для решения задач нелинейной динамики, условия их применимости.	<i>Собеседование,</i>
	<b>ПК-3.2:</b> Умеет определять ключевые свойства и ограничения системы	<b>УМЕТЬ</b>  Уметь проводить численное моделирование динамики нейродинамических систем  Уметь определять и профессионально реализовывать необходимые для решения прикладных задач нелинейной динамики вычислительные алгоритмы, анализировать полученные результаты.  Уметь пользоваться навыками численного моделирования при решении конкретных нейродинамических задач. Уметь пользоваться вычислительными методами нелинейной динамики.	<i>Задача</i>

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Трудоемкость дисциплины

	<b>очная форма обучения</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>3 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>108</b>
<b>в том числе</b>	
<b>контактная работа:</b>	<b>33</b>
- занятия лекционного типа	<b>32</b>
- занятия лабораторного типа	
- текущий контроль (КСР)	<b>1</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>75</b>
<b>Промежуточная аттестация – зачет</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	
Нейродинамика: предмет и методы исследования	23	8			8	15
Классификация типов поведения нейроподобных систем	28	8			8	20
Влияние случайных и детерминированных сигналов на отклик нейродинамических систем	28	8			8	20
Моделирование нейросетевой активности	28	8			8	20
Текущий контроль (КСР)	1				1	
Промежуточная аттестация –зачет						
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>32</b>			<b>33</b>	<b>75</b>

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов на занятиях лекционного типа.

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (зачет).

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

В процессе изучения дисциплины используются образовательные технологии в форме лекций, при самостоятельной работе и подготовке к зачету студенты имеют доступ к материалам курса, размещенным по адресу <http://www.itmm.unn.ru/pm/education/information/>, режим доступа - свободный.

#### Виды самостоятельной работы студентов

Выполнение практических заданий на следующие темы

- «Определение локальной и глобальной устойчивости равновесных состояний»
- «Диссипативность»
- «Хаос в нейродинамических системах»
- «Индукцированные шумом эффекты изменения характеристик генерации нелинейных элементов (резонансная активация, когерентный и стохастический резонанс, шумо-индуцированное увеличение времени возникновения отклика)»
- «Режимы синхронной генерации связанных динамических систем»
- «Метод связного графа»

#### Образовательные материалы для самостоятельной работы студентов

Е.В. Панкратова. Синхронизация хаотических колебательных процессов в сетях нейродинамических элементов: Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2016. - 54 с.

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 несущественных 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 несущественными 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 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.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован 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

Вопрос	Код компетенции (согласно РПД)
1. Основные функциональные и морфологические свойства биологических нейронов.	ПК-3
2. Ионные механизмы, отвечающие за генерацию потенциалов действия.	ПК-3
3. Особенности межклеточной передачи биоэлектрических импульсов.	ПК-3
4. Модели математического описания динамики нейронов (примеры, свойства).	ПК-3
5. Методы определения локальной и глобальной устойчивости равновесных состояний.	ПК-3
6. Диссипативность систем.	ПК-3
7. Механизмы возникновения тонической активности (бифуркации).	ПК-3
8. Генерация сложных пачечных колебаний (бифуркации).	ПК-3
9. Хаос в нейродинамических системах (пример системы, метод диагностики).	ПК-3
10. Эффект резонансной активации (определение, пример).	ПК-3
11. Когерентный резонанс (определение, пример).	ПК-3

12. Стохастический резонанс (определение, пример).	ПК-3
13. Эффект индуцированного шумом увеличения времени возникновения отклика (определение, пример).	ПК-3
14. Режимы синхронной генерации (полная, частичная, фазовая и др. типы синхронного поведения).	ПК-3
15. Методы, связанные с вычислением собственных значений матрицы связи и основной функции стабильности.	ПК-3
16. Метод связного графа.	ПК-3

### 5.2.2 Типовые задачи для оценки сформированности компетенции ПК-3

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для промежуточного контроля сформированности компетенции ПК-3 в виде умений.

1. Построить фазовый портрет системы ФитцХью-Нагумо  $\begin{cases} \dot{x} = x - x^3/3 - y \\ \dot{y} = \varepsilon(x + a) \end{cases}$ ,  $\varepsilon=0.1$ ,  $a=1.1$ .

2. Показать наличие индуцированного шумом эффекта увеличения времени возникновения отклика в системе ФитцХью-Нагумо  $\begin{cases} \dot{x} = x - x^3/3 - y + A \sin \omega t + \sqrt{D}\xi(t) \\ \dot{y} = \varepsilon(x + a) \end{cases}$ ,  $\varepsilon=0.1$ ,  $a=1.1$

3. Методом связного графа получить условие полной синхронизации в цепочке, состоящей из  $n$  систем Хиндмарш-Розе. Проверить полученное условие численно.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Е.В. Панкратова. Синхронизация хаотических колебательных процессов в сетях нейродинамических элементов: Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2016. - 54 с. (фонд электронных образовательных ресурсов ННГУ [http://www.unn.ru/books/met\\_files/chaos.pdf](http://www.unn.ru/books/met_files/chaos.pdf))
2. А.Б. Рубин. Биофизика: В 2 т. Т. 1: Теоретическая биофизика: Учебник. - 3-е изд. / А.Б. Рубин. - М.: Изд-во МГУ; изд-во "Наука", 2004. - 448 с. (доступно в ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА», режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>)
3. В.И. Некоркин. Лекции по основам теории колебаний. Учебное пособие. - Нижний Новгород: издательство Нижегородского госуниверситета, 2012. - 311 с.

б) дополнительная литература:

1. А. Пиковский, М. Розенблум, Ю. Куртс. Синхронизация: Фундаментальное нелинейное явление. - М: Техносфера, 2003. - 496 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

[http://www.df.unipi.it/~mannella/papers/algorithms/SDE\\_on\\_a\\_computer.pdf](http://www.df.unipi.it/~mannella/papers/algorithms/SDE_on_a_computer.pdf) (свободный доступ)

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

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

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 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Автор:

доц. каф. прикладной

математики, к.ф.-м.н.

\_\_\_\_\_ Панкратова Е.В.

Рецензент (ы) \_\_\_\_\_

Зав. каф. прикладной математики,

д.ф.-м.н., проф.

\_\_\_\_\_ Иванченко М.В.