

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 президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Вычислительные методы исследования нейророботических систем

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность образовательной программы

Инженерия программного обеспечения

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.05.01 Вычислительные методы исследования нейророботных систем 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-3: Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий и программирования и компьютерной техники	ПК-3.1: Знает методы анализа и исследования математических моделей в области фундаментальной информатики и информационных технологий. ПК-3.2: Умеет определять ключевые свойства и ограничения системы.	ПК-3.1: ЗНАТЬ Знать основные понятия, определения и модели, используемые при исследовании нейродинамических систем Знать базовые алгоритмы вычислительной математики для решения задач нелинейной динамики, условия их применимости. ПК-3.2: УМЕТЬ Уметь проводить численное моделирование динамики нейророботных 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	Задачи	Зачёт: Контрольные вопросы

		нейродинамических задач. Уметь пользоваться вычислительными методами нелинейной динамики.		
--	--	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	0
- КСР	1
самостоятельная работа	75
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

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 взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
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
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	108	32	0	33	75

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Нейродинамика: предмет и методы исследования
2. Классификация типов поведения нейроподобных систем
3. Влияние случайных и детерминированных сигналов на отклик нейродинамических систем
4. Моделирование нейросетевой активности

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.

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.

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 - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-3:

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

2. Показать наличие индуцированного шумом эффекта увеличения времени возникновения отклика в системе ФитцХью-Нагумо

$$\begin{cases} \dot{x} = x - x^3/3 - y + A \sin \omega t + \sqrt{D} \xi(t) \\ \dot{y} = \varepsilon(x + a) \end{cases}, \quad \varepsilon=0.1, a=1.1$$

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

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Выполнены все или большая часть этапов решения задачи или задача решена с незначительными недочетами. Результаты работы представлены преподавателю в срок.
не зачтено	Выполнены не все практические задания или выполнены не в полном объеме (представлено не полное описание этапов выполнения заданий, получен неверный ответ, результаты работы не представлены преподавателю).

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

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения 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. Ошибок нет.	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 базовых навыков.	При решении стандартных задач не	Имеется минимальный набор	Продemonстрированы базовые	Продemonстрированы базовые	Продemonстрированы навыки	Продemonстрирован творческий

	Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	подход к решению нестандартных задач
--	--	--	--	---	---	--	--------------------------------------

Шкала оценивания 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».
	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».
	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».
	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-3

1. Основные функциональные и морфологические свойства биологических нейронов.
2. Ионные механизмы, отвечающие за генерацию потенциалов действия.
3. Особенности межклеточной передачи биоэлектрических импульсов.
4. Модели математического описания динамики нейронов (примеры, свойства).
5. Методы определения локальной и глобальной устойчивости равновесных состояний.
6. Диссипативность систем.

7. Механизмы возникновения тонической активности (бифуркации).
8. Генерация сложных пачечных колебаний (бифуркации).
9. Хаос в нейродинамических системах (пример системы, метод диагностики).
10. Эффект резонансной активации (определение, пример).
11. Когерентный резонанс (определение, пример).
12. Стохастический резонанс (определение, пример).
13. Эффект индуцированного шумом увеличения времени возникновения отклика (определение, пример).
14. Режимы синхронной генерации (полная, частичная, фазовая и др. типы синхронного поведения).
15. Методы, связанные с вычислением собственных значений матрицы связи и основной функции стабильности.
16. Метод связного графа.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент ответил на большую часть вопросов возможно с незначительными недочетами.
не зачтено	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале и решении стандартных задач.

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

Основная литература:

1. Панкратова Е. В. Синхронизация хаотических колебательных процессов в сетях нейродинамических элементов : учебно-методическое пособие / Панкратова Е. В. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2017. - 54 с. - Рекомендовано методической комиссией института информационных технологий, математики и механики для студентов ННГУ, обучающихся по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика». - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Математика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=729767&idb=0>.
2. Рубин Андрей Борисович. Биофизика : в 2 т.: учеб. для студентов биол. спец. вузов. Т. 1. Теоретическая биофизика. - [2-е изд., испр. и доп.]. - М. : Кн. дом "Университет", 1999. - 448 с. : ил. - ISBN 5-8013-0032-5. - ISBN 5-8013-0033-3(т.1) : 44.00., 1 экз.
3. 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.

Дополнительная литература:

1. Пиковский А. Синхронизация. Фундаментальное нелинейное явление / пер. с англ. А. С. Пиковского, М. Г. Розенблюма. - М. : Техносфера, 2003. - 496 с. - (Мир физики и техники). - ISBN 5-94836-020-2 : 270.00., 23 экз.

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

http://www.df.unipi.it/~mannella/papers/algorithms/SDE_on_a_computer.pdf (свободный доступ)

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), 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 по направлению подготовки/специальности 02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Автор(ы): Панкратова Евгения Валерьевна, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Иванченко Михаил Васильевич, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 13.12.2023, протокол № 3.