

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 4 от 26.04.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Программирование искусственных нейронных сетей

Уровень высшего образования

Магистратура

Направление подготовки / специальность

28.04.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Направленность образовательной программы

Квантовые и нейроморфные технологии

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.08.02 Программирование искусственных нейронных сетей 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 разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии, наноэлектроники и квантовых технологий	<p>ПК-3.1: Имеет представление о физических и математических моделях, а также методах компьютерного моделирования исследуемых физических процессов в области нанотехнологии, наноэлектроники и квантовых технологий</p> <p>ПК-3.2: Может применять физические и математические модели, а также методы компьютерного моделирования исследуемых физических процессов в области нанотехнологии, наноэлектроники и квантовых технологий</p> <p>ПК-3.3: Разрабатывает физические и математические модели, а также методы компьютерного моделирования исследуемых физических процессов в области нанотехнологии, наноэлектроники и квантовых технологий</p>	<p>ПК-3.1: Знать основные физические принципы описания искусственных нейронных сетей.</p> <p>Уметь анализировать архитектуру искусственных нейронных сетей.</p> <p>Владеть навыками описания искусственных нейронных сетей.</p> <p>ПК-3.2: Знать основные математические подходы к описанию искусственных нейронных сетей.</p> <p>Уметь ставить задачи исследований в области искусственных нейронных сетей.</p> <p>Владеть навыками программирования искусственных классических нейронных сетей.</p> <p>ПК-3.3: Знать основные методы программирования искусственных нейронных сетей.</p>	Собеседование	Зачёт: Практическое задание

		<p>Уметь решать типовые задачи в области искусственных нейронных сетей.</p> <p>Владеть навыками программирования искусственных квантовых нейронных сетей.</p>		
--	--	---	--	--

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	16
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16
- 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	
	Ф	Ф	Ф	Ф	Ф
1. Классические нейронные сети	33	4	4	8	25
2. Программирование классических нейронных сетей	37	6	6	12	25
3. Квантовые нейроны и квантовые синапсы	37	6	6	12	25
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	108	16	16	33	75

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Классические нейронные сети.

Модели нейронов и синапсов. Принципы работы и обучения.

2. Программирование классических нейронных сетей.

Перцептрон. Обучение. Анализ данных.

3. Квантовые нейроны и квантовые синапсы.

Простейшие квантовые нейросетевые алгоритмы.

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.

Авторские презентации по материалам лекций.

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 - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ПК-3:

1. Чем отличается обучение с учителем от обучения без учителя?
2. Чем машинное обучение отличается от глубокого обучения?
3. Что такое выбросы и как их обнаружить?
4. Почему инженеры по машинному обучению используют наивный байесовский классификатор?
5. В чем разница между «контролируемым» и «неконтролируемым» машинным обучением?
6. Какие советы вы используете, чтобы избежать переобучения модели?

Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Обучающийся успешно показал базовые знания теоретических основ курса
не зачтено	Обучающийся не продемонстрировал никаких знаний теоретических основ курса

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 отдельным и 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. 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 некоторым и недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и 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 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 - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-3

В ходе изучения курса обучающийся обязан выполнить 2 практических задания из разных разделов курса. Задания выбираются преподавателем. Практическое задание представляет собой задачу, требующую численного решения. Задачу необходимо численно формализовать, запрограммировать, используя одно из доступных средств программирования, а затем продемонстрировать преподавателю ее численное решение, включая тест программы для заданных преподавателем вводных данных. Бесплатное ПО, доступное обучающемуся, перечислено в соответствующем разделе рабочей программы дисциплины.

Типовые задачи для решения:

1. Смоделировать динамику нейрона ФитцХью-Нагумо.
2. Запрограммировать обучение нейронной сети по типу перцептрона.
3. Реализовать алгоритм обучения с учителем.

По итогам решения численной задачи студент обязан написать отчет. Отчет должен демонстрировать результат численного решения задачи, а также тест программы для заданных преподавателем вводных данных. Отчет должен включать следующие обязательные элементы: содержание, цель работы, теоретическую часть, описание методики, практическую часть, включающую описание и обсуждение результатов, заключение и/или выводы, список использованных источников. Отчет не должен содержать неправомерных заимствований.

Объем отчета – 15-30 стр. формата А4 (шрифт Times New Roman 12 пт, междустрочный интервал – полуторный, интервал между абзацами – отсутствует, поля – верхнее 2 см, нижнее 2 см, левое 3 см, правое 1,5 см).

Критерии оценивания (оценочное средство - Практическое задание)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Практические задания выполнены, отчеты представлены и приняты преподавателем.
не зачтено	Практические задания не выполнены, либо по ним не представлены отчеты, либо отчеты не приняты преподавателем по причине наличия в них существенных недоработок, методических ошибок при выполнении лабораторных работ или неправомерных заимствований.

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

Основная литература:

1. Ростовцев В. С. Искусственные нейронные сети : учебник для вузов / Ростовцев В. С. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. - 216 с. - Книга из коллекции Лань - Информатика. - ISBN 978-5-507-47362-5., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=886351&idb=0>.
2. Алексейчук А. С. Введение в нейронные сети: модели, методы и программные средства : учебное пособие / Алексейчук А. С. - Москва : МАИ, 2023. - 105 с. - Редсовет МАИ. - Книга из коллекции МАИ - Информатика. - ISBN 978-5-6049766-0-9., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=893017&idb=0>.
3. Данилов В. В. Нейронные сети : учебное пособие / Данилов В. В. - Донецк : ДонНУ, 2020. - 158 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ДонНУ - Информатика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=779798&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Шматов Г. П. Нейронные сети и генетический алгоритм : учебное пособие / Шматов Г. П. - Тверь : ТвГТУ, 2019. - 200 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ТвГТУ - Информатика. - ISBN 978-5-7995-1007-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=754752&idb=0>.

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

- 1) ОС Windows и пакет Office;
- 2) Visual Studio Code с Python в качестве расширения;
- 3) интернет-ресурсы Фундаментальной библиотеки ННГУ <http://www.lib.unn.ru/>.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

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

средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: лабораторным оборудованием ННГУ.

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 подготовки/специальности 28.04.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника.

Автор(ы): Бастракова Марина Валерьевна, кандидат физико-математических наук
Сергеев Михаил Александрович.

Рецензент(ы): Конаков Антон Алексеевич, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Бурдов Владимир Анатольевич, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 15.04.2024, протокол № б/н.