

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

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

УТВЕРЖДЕНО
решением
Ученого совета ННГУ
протокол от
« ____ » _____ 202_ г. № ____

Рабочая программа дисциплины

Программирование искусственных нейронных сетей

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

Магистратура

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

03.04.02 Физика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

магистерская программа "Квантовые и нейроморфные технологии"

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

Магистр

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

Очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Год начала обучения

2023

(для обучающихся какого года начала обучения разработана Рабочая программа)

Нижегород

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Программирование искусственных нейронных сетей» относится к вариативной части Б1.В блока Б1 «Дисциплины (модули)», является элективной дисциплиной, преподается на втором году обучения, в третьем семестре.

Целями освоения дисциплины «Программирование искусственных нейронных сетей» являются:

- получение студентами знаний о классических и квантовых нейронных сетях, принципах их организации и обучения;
- освоение студентами принципов моделирования и обучения простейших классических нейросетей, например, для их использования в оптимизационных задачах по реализации квантовых операций.

2. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины «Программирование искусственных нейронных сетей» составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых 33 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (1 час – мероприятия промежуточной аттестации; 16 часов занятия лекционного типа, 16 часов занятия семинарского типа (практические занятия), в том числе 2 часа – мероприятия текущего контроля успеваемости), 39 часов составляет самостоятельная работа обучающегося (39 часов самостоятельная работа в течение семестра).

Содержание дисциплины «Программирование искусственных нейронных сетей»

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	В ТОМ ЧИСЛЕ				
		контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) в течение семестра, часы, из них				Самостоятельная работа в течение семестра, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
1. Классические нейронные сети. Модели нейронов и синапсов. Принципы работы и обучения.	22	4	4	–	8	14
2. Программирование классических нейронных сетей. Перцептрон. Обучение. Анализ данных.	33	6	6	–	12	21
3. Квантовые нейроны и квантовые синапсы. Простейшие квантовые нейросетевые алгоритмы.	33	6	6	–	12	21
В т.ч. текущий контроль	2	2				–
Промежуточная аттестация – зачет						

3. Образовательные технологии

- 1) Чтение лекций;
- 2) сопровождение лекций написанием и выводом формул, построением графиков, изображением рисунков на доске;
- 3) методика «вопросы и ответы»;
- 4) выполнение практического задания у доски;
- 5) индивидуальная работа над практическим заданием;
- 6) работа в парах над практическим заданием;
- 7) работа в малых группах над практическим заданием;
- 8) методика «мозговой штурм».

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся предполагает изучение конспектов лекций, выделенных разделов основной литературы, а также дополнительной литературы, выполнение практических заданий, отвечающих изучаемым разделам дисциплины, подготовку к промежуточной аттестации.

Перечень основной и дополнительной литературы для самостоятельного изучения приведен в п. 7 настоящей Рабочей программы дисциплины.

Контрольные вопросы для промежуточной аттестации, примеры практических заданий приведены в п. 6.3 настоящей Рабочей программы дисциплины.

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-4 Способен принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в инженерно-конструкторской, инженерно-технологической, инновационной и проектной деятельности	(ПК-4) Знать основные физические принципы описания искусственных нейронных сетей. (ПК-4) Уметь ставить задачи исследований и решать типовые задачи в области искусственных нейронных сетей. (ПК-4) Владеть навыками программирования искусственных классических и квантовых нейронных сетей.

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

6.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Промежуточной аттестацией для дисциплины «Программирование искусственных нейронных сетей» является **зачет**.

По итогам зачета выставляется оценка «Зачтено» или «Не зачтено». Оценка «Не зачтено» означает отсутствие аттестации, оценка «Зачтено» выставляется при успешном прохождении аттестации.

6.2. Процедуры и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- индивидуальное собеседование (промежуточная аттестация).

Контрольные вопросы для индивидуального собеседования представлены в п. 6.3 настоящей Рабочей программы дисциплины.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и навыков используются следующие процедуры и технологии:

- выполнение практических заданий (текущий контроль, промежуточная аттестация).

Примеры практических заданий для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в п. 6.3 настоящей Рабочей программы дисциплины.

Критериями оценивания являются полнота знаний, наличие умений и владений (навыков), перечисленных в п. 5 настоящей Рабочей программы дисциплины.

6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

6.3.1. При проведении промежуточной аттестации обучающимся предлагаются следующие контрольные вопросы, охватывающие программу дисциплины «Программирование искусственных нейронных сетей»:

1. Многослойный персептрон.
2. Обучение нейронных сетей. Представление данных. Расширение датасета. Кросс-валидация.
3. Обучение нейронных сетей. Методы градиентного спуска. Оптимизаторы и регуляризация. Проблема взрывающихся/затухающих градиентов.
4. Обучение нейронных сетей. Инициализация весов. Нормирующие слои (Batch Normalization layers).
5. Обучение нейронных сетей. Пере- и недообучение нейросети, методы их устранения.
6. Обучение с учителем и без учителя. Функции потерь.
7. Рекуррентные нейронные сети.
8. Сверточные нейронные сети.
9. Основные методы и модели в рамках задач обработки естественного языка (NLP).
10. Генеративно-сопоставительные нейросети.
11. Основные методы и модели в рамках задач обучения с подкреплением.
12. Кластеризация данных. Методы уменьшения размерности датасета. Выявление выбросов в датасете.

6.3.2. Примеры практических заданий для практических занятий, самостоятельной работы обучающихся, проведения текущего контроля и промежуточной аттестации:

1. Смоделировать динамику нейрона ФитцХью-Нагумо.
2. Запрограммировать обучение нейронной сети по типу персептрона.

3. Запрограммировать обучение нейронной сети радиально-базисных функций.
4. Реализовать алгоритм обучения с учителем.
5. Реализовать алгоритм обучения без учителя.
6. Реализовать передачу сигнала между квантовыми нейронами.

6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

1. Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 №55-ОД.

2. Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

Dayan, P., & Abbott, L. F. (2001). Theoretical Neuroscience : Computational and Mathematical Modeling of Neural Systems. Cambridge, Mass: The MIT Press.

б) дополнительная литература:

Ижикевич Е.М. (2018) Динамические системы в нейронауке. Геометрия возбудимости и пачечной активности. Ижевск: Институт компьютерных технологий.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Интернет-ресурсы Фундаментальной библиотеки ННГУ
<http://www.lib.unn.ru/>.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины обусловлено наличием учебных аудиторий для проведения занятий, оборудованных специализированной мебелью, меловыми или магнитно-маркерными досками для представления учебной информации большой аудитории. Ресурс мела и маркеров для доски в учебных аудиториях регулярно возобновляется.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся (на базе Фундаментальной библиотеки ННГУ) оснащены компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ.

Программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.04.02 Физика.

Автор(ы):

к. ф.-м. н. _____ / Бастракова М.В. /

_____ / Сергеев М.А. /

Рецензент(ы):

Зав. кафедрой теоретической физики

физического факультета,

д. ф.-м. н., доцент _____ / Бурдов В.А. /

Программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии
физического факультета ННГУ от «____» _____ 202_ года, протокол
№ б/н.

Председатель

Учебно-методической комиссии

физического факультета ННГУ _____ / Перов А.А. /