

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
В.Р. Храшкин

13.02.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ИСКУССТВЕННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ

Направление подготовки (специальность)

11.04.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль/специализация) программы

Промышленная электроника Индустрии 4.0

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения

очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Электроники и микроэлектроники
Курс	1
Семестр	1

Магнитогорск
2024 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

25.01.2024 г., протокол № 6

Зав. кафедрой Д.Ю. Усатый Д.Ю. Усатый

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС

13.02.2024 г. протокол № 4

Председатель В.Р. Храшкин В.Р. Храшкин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ЭиМЭ, канд. техн. наук

Д.Ю. Усатый Д.Ю. Усатый

Рецензент:

Директор ЦС ООО "ТЕХНОАП Инжиниринг, канд.техн.наук Е.С. Суслицын Е.С. Суслицын

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.Ю. Усатый

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.Ю. Усатый

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Цель дисциплины - познакомить студентов с основами проектирования и создания нейронных сетей. Привить практические навыки программирования нейронных сетей, их обучения и анализа эффективности их работы.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Искусственные нейронные сети входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Для освоения дисциплины студенты должны обладать навыками программирования на языках высокого уровня (в данном случае Python), иметь представление о численных методах дифференцирования, градиентном методе поиска оптимума функции, регрессионном анализе.

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Интерфейсы и протоколы передачи данных

Компьютерное зрение и распознавание образов

Элементы систем АСУ ТП для Индустрии 4.0

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Производственная-преддипломная практика

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Искусственные нейронные сети» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-3	Способен к организации и проведению экспериментальных исследований по проверке технических характеристик радиоэлектронных устройств и систем
ПК-3.1	Способен составлять и обосновывать программу испытаний, обрабатывать результаты экспериментальных исследований
ПК-3.2	Проводит монтаж, наладку и предварительные испытания прототипа радиоэлектронного устройства или системы в соответствии с программами и методами испытаний
ПК-3.3	Способен к оформлению решения о соответствии прототипа требованиям технического задания, стандартам, нормативно-правовым актам, нормативно-технической документации

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 41,25 акад. часов;
- аудиторная – 38 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,25 акад. часов;
- самостоятельная работа – 31,05 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в очной форме)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Введение. Распределения								
1.1 Нормальное распределение	1	0,5		0,5	1,5	Чтение литературы. Выполнение практических	Опрос. Проверка выполнения практических	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
1.2 Биноминальное распределение		0,5		0,5	1,5	Чтение литературы. Выполнение практических	Опрос. Проверка выполнения практических	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
1.3 Экспоненциальное распределение.		0,5		0,5	1,5	Чтение литературы. Выполнение практических	Опрос. Проверка выполнения практических	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
1.4 Непараметрические методы построения		0,5		0,5	1,5	Чтение литературы. Выполнения практических	Опрос. Проверка выполнения практических	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
Итого по разделу		2		2	6			
2. Линейные регрессионные								
2.1 Базовые линейные регрессионные модели	1	2		2	2	Чтение литературы. Выполнение практических	Опрос. Проверка выполнения практических	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.2 Линейная регрессия Бейеса.		2		2	2	Чтение литературы. Выполнение практических	Опрос. Проверка выполнения практических	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
Итого по разделу		4		4	4			
3. Структуры								

3.1 Структура нейрона и как он работает	1	2	2	2	Чтение литературы. Выполнение практических	Опрос. Проверка выполнения практических	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
3.2 Активационные функции.		2	2	2	Чтение литературы. Выполнение практических	Опрос. Проверка выполнения практических	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
3.3 Объединение нейронов в сеть. Распространение сигналов в		2	2	2	Чтение литературы. Выполнение практических	Опрос. Проверка выполнения практических	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
3.4 Ошибка нейронной сети. Метод обратного распространения		2	2	2	Чтение литературы. Выполнение практических	Опрос. Проверка выполнения практических	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
3.5 Матричное описание распространения сигнала в		1	1	2	Чтение литературы. Выполнение практических	Опрос. Проверка выполнения практических	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
3.6 Матричное описание распространения ошибки в		1	1	2	Чтение литературы. Выполнение практических	Опрос. Проверка выполнения практических	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
Итого по разделу		10	10	12			
4. Обучение							
4.1 Метод наискройшего спуска при корректировании	1	2	2	4	Чтение литературы. Выполнение практических	Опрос. Проверка выполнения практических	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
4.2 Подготовка данных для		1	1	5,05			ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
Итого по разделу		3	3	9,05			
5. Подготовка к контрольным							
5.1 Подготовка к контрольному	1						ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
Итого по разделу							
Итого за семестр		19	19	31,0		экзамен	
Итого по дисциплине		19	19	31,0 5		экзамен	

5 Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Искусственные нейронные сети» применяется модульно-компетентностная технология. Лекции проходят в традиционной форме. На лекционных занятиях применяются элементы лекции-визуализации, за счет представления части лекционного материала с помощью заранее подготовленных презентаций, слайдов с помощью мультимедийного оборудования.

Лекционный материал закрепляется на практических занятиях, на которых выполняются индивидуальные задания по пройденной теме. Также практические занятия проводятся в виде семинаров, цель которых максимально доступным путём (при помощи онлайн визуализации заранее подготовленных примеров по материалам лекционных занятий). На практических занятиях также применяются метод контекстного обучения, работы в команде и метод case-study, позволяющие усвоить учебный материал путём выявления связей между конкретным знанием и его применением, а также анализа конкретных ситуаций и поиска решений студентами. Защита результатов практических заданий проходит в виде диалога преподавателя и студента, преподавателем задаются контрольные вопросы с целью выяснения глубины знаний студента по данному разделу, при этом пробелы в знаниях студента восполняются дополнительными пояснениями, комментариями преподавателя.

Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к самостоятельной работе тем по дисциплине, подготовки к практическим занятиям и итоговой аттестации, выполнения расчётно-графической работы

В качестве оценочных средств на протяжении семестра используются: устный опрос (собеседование) и практические задания, выполняемые с применением персонального компьютера, защита полученных результатов.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

Ростовцев, В. С. Искусственные нейронные сети : учебник для вузов / В. С. Ростовцев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 216 с. — ISBN 978-5-8114-7462-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160142> (дата обращения: 03.07.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

Семериков, А. В. Классификация объектов на основе нейронной сети и методами дерева решения и ближайших соседей : учебное пособие / А. В. Семериков, М. А. Глазырин. — Ухта : УГТУ, 2022. — 68 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/267857> (дата обращения: 03.07.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания:

Овчинников, П. Е. Применение искусственных нейронных сетей для обработки сигналов : учебно-методическое пособие / П. Е. Овчинников. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2012. — 32 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/153253> (дата

обращения: 03.07.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Eclipse	свободно распространяемое	бессрочно
Adobe Reader	свободно распространяемое	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

В процессе обучения дисциплине студентам понадобится компьютер с доступом в интернет, программное обеспечение с функционалом электронных таблиц, среда разработки для языка программирования Python (Thonny Python, Python Notebook).

Тип и название аудитории Оснащение аудитории

Учебные аудитории для проведения занятий: Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации:

Учебная аудитория для проведения практических занятий: Персональные компьютеры с пакетом MS Office и выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, ауд. 458, 460.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, 458, 460. Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования, 470. Шкафы для хранения учебно-методической документации, учебно-наглядных пособий и учебного оборудования

Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 458, 460. Доска, мультимедийный проектор, экран.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

В течение семестра предусмотрено выполнение устных и письменных контрольных работ по дисциплине (по индивидуальным вариантам), проверка работ – еженедельно, защита лабораторных работ.

Основная часть заданий выполняется на занятиях. Самостоятельная работа предусматривает:

- подготовку к занятиям, изучение необходимых разделов в конспектах, учебных пособиях и методических указаниях; работа со справочной литературой
- исправление ошибок, замечаний, оформление лабораторных работ.

Самостоятельная работа в ходе аудиторных занятий предполагает: изучение и повторение теоретического материала по темам лекций (по конспектам и учебной литературе, методическим указаниям), решение задач, выполнение индивидуальных работ.

Самостоятельная работа под контролем преподавателя предполагает подготовку конспектов и выполнение необходимых расчетов по разделам дисциплины, решение и проверка преподавателем задач, лабораторных работ, работа с методической литературой, подготовка к зачету.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов предполагает подготовку к лабораторным занятиям, подготовку к контрольным работам, выполнение заданий (лабораторных работ), подготовку к зачету; изучение необходимых разделов в конспектах, учебных пособиях и методических указаниях; работа со справочной литературой, исправление ошибок, замечаний, оформление работ; работу с компьютерными графическими пакетами и электронными учебниками разработчиков программного обеспечения по дисциплине.

По данной дисциплине предусмотрены различные виды контроля результатов обучения: *текущий* контроль (еженедельная проверка выполнения заданий и работы с учебной литературой), *периодический* контроль (лабораторные работы) по каждой теме дисциплины, *промежуточный* контроль в итогового контрольного занятия по всем темам дисциплины.

Раздел/ тема дисциплины	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и
1. Введение. Распределения случайных величин		
1.1 Нормальное распределение	Чтение литературы. Выполнение практических заданий	Опрос. Проверка выполнения практических заданий.
1.2 Биноминальное распределение	Чтение литературы. Выполнение практических заданий	Опрос. Проверка выполнения практических заданий.
1.3 Экспоненциальное распределение.	Чтение литературы. Выполнение практических заданий	Опрос. Проверка выполнения практических заданий.

1.4 Непараметрические методы построения распределений случайных величин	Чтение литературы. Выполнение практических заданий	Опрос. Проверка выполнения практических заданий.
2. Линейные регрессионные модели		
2.1 Базовые линейные регрессионные модели	Чтение литературы. Выполнение практических заданий	Опрос. Проверка выполнения практических заданий.
2.2 Линейная регрессия Бейеса.	Чтение литературы. Выполнение практических заданий	Опрос. Проверка выполнения практических заданий.
3. Структуры нейронных сетей		
3.1 Структура нейрона и как он работает	Чтение литературы. Выполнение практических заданий	Опрос. Проверка выполнения практических заданий
3.2 Активационные функции.	Чтение литературы. Выполнение практических заданий	Опрос. Проверка выполнения практических заданий.
3.3 Объединение нейронов в сеть. Распространение сигналов в нейронных	Чтение литературы. Выполнение практических заданий	Опрос. Проверка выполнения практических заданий
3.4 Ошибка нейронной сети. Метод обратного распространения ошибки.	Чтение литературы. Выполнение практических заданий	Опрос. Проверка выполнения практических заданий
3.5 Матричное описание распространения сигнала в нейронных сетях	Чтение литературы. Выполнение практических заданий	Опрос. Проверка выполнения практических заданий
3.6 Матричное описание распространения ошибки в нейронных сетях	Чтение литературы. Выполнение практических заданий	Опрос. Проверка выполнения практических заданий
4. Обучение нейронных сетей		
4.1 Метод наискорейшего спуска при корректировании весовых коэффициентов	Чтение литературы. Выполнение практических заданий	Опрос. Проверка выполнения практических заданий
4.2 Подготовка данных для обучения нейронной	Чтение литературы. Выполнение	Опрос. Проверка выполнения практических заданий
5. Подготовка к контрольным мероприятиям		

5.1 Подготовка к контрольному занятию и сдача экзамена	Чтение литературы и лекционного материала	Экзамен
--	---	---------

Темы лабораторных работ:

1. Нормальное и биномиальное распределение.
2. Экспоненциальное распределение и непараметрические распределения.
3. Активационные функции, их производные, программные реализации.
4. Структура нейронной сети и её матричное описание.
5. Метод крутого восхождения.
6. Обратное распространение ошибки по узлам нейронной сети.
7. Подготовка данных для обучения нейронной сети.
8. Обучение нейронной сети. Анализ эффективности её работы.

Методические рекомендации для студентов к лабораторным занятиям

1. Овчинников, П. Е. Применение искусственных нейронных сетей для обработки сигналов : учебно-методическое пособие / П. Е. Овчинников. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2012. — 32 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/153253> (дата обращения: 03.07.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине (модулю) за определенный период обучения (семестр) и может проводиться в форме зачета, зачета с оценкой, экзамена, защиты курсового проекта (работы).

Данный раздел состоит из двух пунктов: а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации. б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания.

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-3: Способен к организации и проведению экспериментальных исследований по проверке технических характеристик радиоэлектронных устройств и систем		
ПК-3.1: Способен составлять и обосновывать программу испытаний, обрабатывать результаты экспериментальных исследований	Разрабатывает модель сигнала электронного устройства с наличием шумов.	Получает в процессе выполнения лабораторных работ на специализированных стендах практические навыки подготовки, выполнения и оформления результатов научно-инженерной работы.
ПК-3.2: Проводит монтаж, наладку и предварительные испытания прототипа радиоэлектронного устройства или системы в соответствии с программами и методами испытаний	Производит технико-экономическое обоснование принятого решения с расчетами себестоимости устройства и стоимости его эксплуатации; сравнивает с аналогами по технико-экономическим	Банк контрольных заданий. <ol style="list-style-type: none"> 1. Определить вероятность наблюдения случайной величины с нормальным распределением в заданном диапазоне. 2. Определить вероятность наблюдения случайной величины с биномиальным распределением в заданном диапазоне. 3. Построить функцию плотности распределения вероятности по представленным исходным данным. 4. Рассчитать коэффициенты уравнения регрессии по предложенным данным. 5. Рассчитать выходное значение заданной активационной функции при известном входном значении.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	характеристикам	<ol style="list-style-type: none"> 6. Рассчитать выходное значение производной заданной активационной функции при известном входном значении. 7. Составить структуру перцептрона с заданными параметрами. 8. Рассчитать ошибку перцептрона с известными коэффициентами при заданных активационных функциях и известных входных значениях. 9. Рассчитать ошибки на каждом узле нейронной сети при известных ошибках на её выходах и заданных активационных функциях. 10. Рассчитать поправку весового коэффициента заданного узла нейронной сети при известной ошибке.
ПК-3.3: Способен к оформлению решения о соответствии прототипа требованиям технического задания, стандартам, нормативно-правовым актам, нормативно-технической документации		<p>Подготовленные и оформленные лабораторные работы.</p> <p>Защита лабораторных работ.</p> <p>Темы лабораторных работ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Нормальное и биноминальное распределение. 2. Экспоненциальное распределение и непараметрические распределения. 3. Активационные функции, их производные, программные реализации. 4. Структура нейронной сети и её матричное описание. 5. Метод крутого восхождения. 6. Обратное распространение ошибки по узлам нейронной сети. 7. Подготовка данных для обучения нейронной сети. 8. Обучение нейронной сети. Анализ эффективности её работы.

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку «отлично» – обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е. студент должен показать высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и

интеллектуальные навыки решения задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку **«хорошо»** – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций, т.е. студент должен показать знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку **«удовлетворительно»** – обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е. студент должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** – результат обучения не достигнут, студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.