



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИИиС
И.Ю. Мезин

19.02.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Направление подготовки (специальность)
12.03.01 Приборостроение

Направленность (профиль/специализация) программы
Интеллектуальные системы неразрушающего контроля

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
заочная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Прикладной математики и информатики
Курс	4

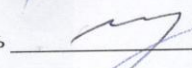
Магнитогорск
2024 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 945)

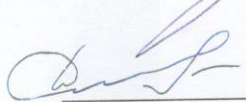
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Прикладной математики и информатики
09.02.2024, протокол № 6

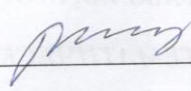
Зав. кафедрой  Ю.А. Извеков

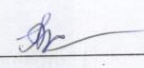
Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС
19.02.2024 г. протокол №

Председатель  И.Ю. Мезин

Согласовано:
Зав. кафедрой Физики

 Д.М. Долгушин

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры ПМИИ, канд. пед. наук  Л.С. Рязанова

Рецензент:
профессор кафедры ПМИИ, д-р физ.-мат. наук  В.А. Кузнецов

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Ю.А. Извеков

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Ю.А. Извеков

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Ю.А. Извеков

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Ю.А. Извеков

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Ю.А. Извеков

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины является формирование у студентов теоретических и практических знаний о современных нейросетевых технологиях, основах проектирования архитектуры

нейронных сетей, методах глубинного обучения.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Математические основы нейронных сетей входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Математическая обработка результатов измерений

Обработка экспериментальных данных на ЭВМ

Информатика и основы программирования

Моделирование в среде MatLab

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

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) «Математические основы нейронных сетей» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК-1.1	Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки
УК-1.2	Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи; осуществляет поиск информации по различным типам запросов
УК-1.3	При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения
ОПК-1.1	Применяет знания математики в инженерной практике при моделировании
ОПК-1.2	Применяет знания естественных наук в инженерной практике
ОПК-1.3	Применяет общеинженерные знания, в инженерной деятельности

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

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

- контактная работа – 10,7 акад. часов;
- аудиторная – 10 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,7 акад. часов;
- самостоятельная работа – 93,4 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Искусственные нейронные сети								
1.1 Моделирование искусственного нейрона, функция активации элемента. Однослойный перцептрон и методы его обучения.	4	2			10	Изучение основной и дополнительной литературы	Опрос, обсуждение, текущий контроль	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
Итого по разделу		2			10			
2. Нейронные сети Хопфилда и Кохонена: архитектура, особенности обучения, применение обученной сети, режимы работы								
2.1 Закон обучения Хебба. Сеть Хопфилда. Алгоритм функционирования сети Хопфилда.	4	2		2	15	Изучение основной и дополнительной литературы; Выполнение практического задания	Опрос, обсуждение, текущий контроль	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
2.2 Многослойный перцептрон: алгоритм обратного распространения ошибки, извлечение признаков.					20	Изучение основной и дополнительной литературы; Выполнение практического задания	Опрос, обсуждение, текущий контроль	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3

2.3 Нейронные сети встречного распространения. Сети Кохонена.			2	15	Изучение основной и дополнительной литературы; Выполнение практического задания	Опрос, обсуждение, текущий контроль	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
Итого по разделу		2	4	50			
3. Сети на основе радиальных базисных функций							
3.1 Методы подбора количества базисных функций: эвристические методы, метод ортогонализации Грэма-Шмидта.	4		2	15	Изучение основной и дополнительной литературы; Выполнение практического задания	Опрос, обсуждение, текущий контроль	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
3.2 Методы обучения радиальных нейронных сетей. Пример использования радиальной сети.				18,4	Изучение основной и дополнительной литературы; Выполнение	Опрос, обсуждение, текущий контроль	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
Итого по разделу			2	33,4			
Итого за семестр		4	6	93,4		зао	
Итого по дисциплине		4	6	93,4		зачет с оценкой	

5 Образовательные технологии

В ходе изучения дисциплины используются образовательные и информационные технологии:

1. Традиционные технологии обучения, предполагающие передачу информации в готовом виде, формирование учебных умений по образцу: лабораторные работы, семинары.

Использование традиционных технологий обеспечивает ориентирование студента в потоке информации, связанной с различными подходами к определению сущности, со-держания, методов, форм развития и саморазвития личности; самоопределение в выборе оптимального пути и способов личностно-профессионального развития; систематизацию знаний, полученных студентами в процессе аудиторной и самостоятельной работы. Лабораторные занятия обеспечивают развитие и закрепление умений и навыков определения целей и задач саморазвития, а также принятия наиболее эффективных решений по их реализации.

Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

Интерактивные формы обучения, предполагающие организацию обучения как продуктивной творческой деятельности в режиме взаимодействия студентов друг с другом и с преподавателем

Использование интерактивных образовательных технологий способствует повышению интереса и мотивации учащихся, активизации мыслительной деятельности и творческого потенциала студентов, делает более эффективным усвоение материала, позволяет индивидуализировать обучение и ввести экстренную коррекцию знаний.

Проблемная технология обучения. Обмен информацией, полученной студентами в ходе самостоятельного поиска и исследования по поставленной проблеме, рекомендуется организовать в рамках практических занятий. Ценность данной формы занятий в том, что в процессе обсуждения можно высказать собственное мнение и попытаться доказать его правильность.

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:

Новиков, Ф. А. Символический искусственный интеллект: математические основы представления знаний : учебное пособие для вузов / Ф. А. Новиков. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 278 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00734-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/537348> (дата обращения: 23.04.2024).

б) Дополнительная литература:

Бессмертный, И. А. Системы искусственного интеллекта : учебное пособие для вузов / И. А. Бессмертный. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 164 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18416-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/534963> (дата обращения: 23.04.2024).

Федоров, Д. Ю. Программирование на языке высокого уровня Python : учебное пособие для вузов / Д. Ю. Федоров. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 227 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17323-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/539651> (дата обращения: 23.04.2024).

в) Методические указания:

Платонов, А. В. Машинное обучение : учебное пособие для вузов / А. В. Платонов. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 85 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15561-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/544780> (дата обращения: 23.04.2024).

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MS Visual Studio Code	свободно распространяемое ПО	бессрочно
JetBrains PyCharm Community Edition	свободно распространяемое ПО	бессрочно
NotePad++	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
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/
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории Оснащение аудитории

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа Доска, мультимедийный проектор, экран

Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;

Комплекс тестовых заданий для проведения рубежного и промежуточного контроля

Помещения для самостоятельной работы обучающихся Персональные компьютеры с пакетом MS Office, вы-ходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования Шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий

Приложение 1. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся.

Примерное задание для самостоятельного выполнения

Создайте новый Colab notebook, перейдя по адресу <https://colab.research.google.com/> или сделав это из Google Drive.

При помощи меню выберите работу на GPU: Runtime -> Change runtime type -> GPU. Для проверки успешности подключения и работы графического процессора (иногда он оказывается недоступен, в этом случае нужно повторить попытку его включения позже) может быть использован следующий программный код:

```
import tensorflow as tf

tf.test.gpu_device_name() # в случае успешности будет выдан примерно такой результат
'/device:GPU:0'
```

Произведите подключение всех необходимых библиотек (Pandas, Keras, Seaborn) при помощи вызова конструкций `import`, как было описано в разделе «Инструменты и библиотеки».

Произведите загрузку обучающего и тестового набора данных из четырёх файлов в формате csv (прилагаются к лабораторной работе, являются обработкой датасета, описывающего диагностику рака груди⁷):

```
from google.colab import files
files.upload()

X_train = pd.read_csv("xtrain.csv", header=None)
Y_train = pd.read_csv("ytrain.csv", header=None)
X_test = pd.read_csv("xtest.csv", header=None)
Y_test = pd.read_csv("ytest.csv", header=None)
```

Создайте нейронную сеть из четырёх слоёв, задав для всех, кроме последнего слоя, быстро вычисляемую функцию активации RELU. Для этого целесообразно использовать модель Keras Sequential⁸. Параметр входного слоя `input_dim` определяется тем, что в используемом датасете количество факторов равно 30 (ещё 2 колонки – описательные). При первом выполнении работы количество нейронов в каждом из слоёв рекомендуется использовать как в примерениже:

```
from keras.models import Sequential
from keras.layers import Dense

classifier = Sequential() # Инициализация HC classifier.add(Dense(units = 16, activation = 'relu', input_dim = 30))
classifier.add(Dense(units = 8, activation = 'relu'))
classifier.add(Dense(units = 6, activation = 'relu'))
classifier.add(Dense(units = 1, activation = 'sigmoid'))
```

Укажите метод оптимизации⁹ и функцию потерь¹⁰:

```
classifier.compile(optimizer = 'rmsprop', loss = 'binary_crossentropy')
```

Теперь мы можем провести обучение нейронной сети. Вместо количества эпох, равного 100, как в нижеследующем примере, **задайте количество, равное (20 + номер вашей бригады*5)**. Прежде, чем запускать нижеследующий код, засекайте время, которое потребуется на обучение НС (это значение должно быть отражено в отчёте, как и количество указанных вами эпох). После обучения вы получите значение функции ошибки для последней эпохи (например, loss: 0.0530) – также зафиксируйте его для отчёта.

```
classifier.fit(X_train, Y_train, batch_size = 1, epochs = 100)
```

Получите набор значений, предсказанных вашей нейросетевой моделью (наличие или отсутствие рака груди). В примере ниже для интерпретации прогноза, выдаваемого НС, используется функция, схожая с RELU (нет, если вероятность ниже 0.5, да, если больше или равна):

```
Y_pred = classifier.predict(X_test) # подаём на вход обученной НС тестовый набор данных
```

```
Y_pred = [ 1 if y>=0.5 else 0 for y in Y_pred ]
```

Оцените точность прогноза, даваемого вашей моделью, сравнив предсказанные значения с известными:

```
total = 0
```

```
correct = 0
```

```
wrong = 0
```

```
for i in range(len(Y_pred)):total=total+1
```

```
    if(Y_test.at[i,0] == Y_pred[i]):
```

```
        correct=correct+1else:
```

```
        wrong=wrong+1
```

```
print("Total " + str(total)) print("Correct " +  
str(correct))print("Wrong " + str(wrong))
```

Сравните точность прогноза со значением функции ошибки, зафиксированным ранее, и сделайте выводы.

Приложение 2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения		
ОПК-1.1	Применяет знания математики в инженерной практике при моделировании	<p>Перечень теоретических вопросов для зачета:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Моделирование искусственного нейрона, функция активации элемента 2. Однослойный перцептрон. Обучение перцептрона. 3. Методы безусловной оптимизации. Метод наискорейшего спуска. 4. Многослойный перцептрон. Алгоритм обратного распространения ошибки. 5. Извлечение признаков. Линейный дискриминант Фишера. Сети свертки.
ОПК-1.2	Применяет знания естественных наук в инженерной практике	<p>Перечень теоретических вопросов для зачета:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Закон обучения Хебба. Сеть Хопфилда. 2. Алгоритм функционирования сети Хопфилда, емкость памяти 3. Нейронные сети встречного распространения. Сети Кохонена.
ОПК-1.3	Применяет общеинженерные знания, в инженерной деятельности	<p>Перечень примерных практических заданий:</p> <p>Изучение методов обучения нейронной сети для однослойной нейронной сети</p> <p>Изучение методов обучения нейронной сети для многослойной нейронной сети</p> <p>Тестирование нейросети для решения задачи классификации</p>
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач		

УК-1.1	Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки	<p>Перечень теоретических вопросов для зачета:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Понятие нейронной сети. Классификация нейронных сетей. 2. Многослойная нейронная сеть с обучением обратным распространением ошибки. 3. Алгоритм обучения нейронной сети. 4. Достоинства и недостатки нейронных сетей. 5. Области применения нейронных сетей.
УК-1.2	Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи; осуществляет поиск информации по различным типам запросов	<p>Перечень примерных практических заданий:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Модели и принципы KERAS 2. Нейронные сети с радиальной базисной функцией
УК-1.3	При обработке информации	<p>Примерные задания для самостоятельного выполнения</p> <p>Тестирование нейросети для решения задачи классификации</p> <p>Тестирование нейросети для решения задачи регрессии</p> <p>Тестирование вероятностной нейронной сети</p>

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

Аттестация по дисциплине включает ответы на теоретические вопросы и выполнение практических заданий, выявляющих степень сформированности компетенций, проводится в форме зачета и зачета с оценкой.

Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:

– на оценку «отлично» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку «хорошо» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку «не зачтено» (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.