

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
базового высшего образования
по направлению подготовки
09.03.01 Информатика и вычислительная техника,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Нейронные сети

Направление подготовки: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль): IT-сервисы и технологии обработки данных на транспорте

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде
электронного документа выгружена из единой
корпоративной информационной системы управления
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная ФГАОУ ВО РУТ
(МИИТ)

ID подписи: 937226

Подписал: директор центра Проневич Ольга Борисовна

Дата: 21.10.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины являются формирование у обучающихся системных знаний и практических навыков в области разработки, обучения и применения нейросетевых алгоритмов и архитектур для решения задач анализа данных. В рамках курса рассматриваются теоретические основы нейросетевых алгоритмов, методы обучения нейронных сетей с использованием градиентного спуска и обратного распространения ошибки, популярные архитектуры глубоких нейронных сетей (сверточные, рекуррентные, сети с памятью), а также механизм внимания и архитектура трансформеров.

Особое внимание уделяется практическим навыкам работы с библиотеками глубокого обучения, разработке нейронных сетей с механизмом внимания, использованию предварительно обученных моделей и переносу обучения для решения прикладных задач.

Задачами освоения дисциплины являются:

Формирование теоретических знаний о нейросетевых алгоритмах, архитектурах и методах их обучения.

Освоение практических навыков применения стандартных библиотек для реализации архитектур глубокого обучения.

Развитие умений разрабатывать нейронные сети с механизмом внимания.

Формирование компетенций по использованию предварительно обученных нейронных сетей и переноса обучения.

Освоение методов обучения нейронных сетей с помощью градиентного спуска и обратного распространения ошибки.

Дисциплина предназначена для формирования компетенций, необходимых для проектирования, разработки и улучшения алгоритмов и моделей машинного обучения.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

МО-1 - Способен проектировать, разрабатывает и улучшать алгоритмы и модели машинного обучения.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

Методы обучения нейронных сетей с помощью градиентного спуска и обратного распространения ошибки.

Популярные архитектуры глубоких нейронных сетей и их применение: сверточные, рекуррентные, сети с памятью.

Алгоритмы решения типовых задач, нотации и программное обеспечение для графического отображения алгоритмов, а также методы и приемы отладки программного кода.

Уметь:

Применять стандартные библиотеки, реализующие основные архитектуры глубокого обучения.

Использовать предварительно обученные нейронные сети и перенос обучения.

Формализовать задачу ИТ-отрасли на языке естественнонаучных дисциплин, выбирать адекватный математический аппарат для описания сущностей и отношений на основе ТЗ и бизнес-требований.

Владеть:

Навыками реализации и обучения нейронных сетей с использованием библиотек глубокого обучения.

Методами настройки гиперпараметров и оценки качества нейросетевых моделей.

Навыками выявления и отладки ошибок в программном коде нейросетевых моделей на уровне программных модулей.

3. Объем дисциплины (модуля).**3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).**

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 з.е. (108 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №4
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	48	48
В том числе:		
Занятия лекционного типа	16	16

Занятия семинарского типа	32	32
---------------------------	----	----

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 60 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	<p>Тема 1. Математический аппарат нейронных сетей. Формализация задачи.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Линейная алгебра в нейросетях: векторы, матрицы, тензоры. - Матричное умножение и его роль в вычислениях нейросетей. - Градиент и производная: основные понятия дифференциального исчисления. - Правила дифференцирования сложных функций и цепное правило. - Роль матричных операций в прямом и обратном распространении. - Формализация задачи ИТ-отрасли в языке естественнонаучных дисциплин (ППК-Р1.2). - Выбор адекватного математического аппарата для описания сущностей и отношений на основе ТЗ и бизнес-требований.
2	<p>Тема 2. Биологический и искусственный нейрон. Функции активации.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Биологический нейрон и его математическая модель. - Искусственный нейрон: взвешенная сумма и функция активации. - Функции активации: сигмоида, гиперболический тангенс, ReLU, Leaky ReLU, ELU, Swish. - Свойства функций активации: монотонность, ограниченность, дифференцируемость. - Производные функций активации и их роль в обратном распространении. - Выбор функции активации в зависимости от задачи и слоя.
3	<p>Тема 3. Персептрон и многослойные нейронные сети.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Персептрон Розенблата: архитектура и алгоритм обучения. - Теорема о сходимости алгоритма обучения персептрона. - Ограничения однослойного персептрона: проблема XOR. - Многослойный персептрон: архитектура и универсальная аппроксимационная теорема.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - Полносвязные слои и их математическое представление. - Применение MLP для задач классификации и регрессии.
4	<p>Тема 4. Функции потерь и их математический вывод.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Понятие функции потерь и её роль в обучении. - Среднеквадратичная ошибка: вывод формулы и градиента. - Бинарная и категориальная кросс-энтропия: вывод формул. - Сравнение функций потерь для различных задач. - Вывод градиентов функций потерь для обратного распространения. - Влияние выбора функции потерь на процесс обучения.
5	<p>Тема 5. Градиентный спуск и его модификации.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Общая идея градиентных методов решения задач оптимизации. - Полный градиентный спуск: алгоритм и ограничения. - Стохастический градиентный спуск: преимущества и недостатки. - Мини-пакетный градиентный спуск и выбор размера батча. - Модификации градиентного спуска: SGD с моментом, RMSprop, Adam. - Сравнение оптимизаторов и их влияние на сходимость.
6	<p>Тема 6. Алгоритм обратного распространения ошибки.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Прямое распространение: вычисление выходов сети. - Вывод алгоритма обратного распространения для полносвязной сети. - Вычисление градиентов для весов и смещений. - Правило цепочки в обратном распространении. - Реализация алгоритма на NumPy: пошаговый разбор. - Проверка градиентов с помощью численного дифференцирования.
7	<p>Тема 7. Проблемы обучения глубоких сетей и отладка.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Проблема затухающих градиентов: причины и математический анализ. - Проблема взрывающихся градиентов: причины и последствия. - Локальные минимумы и седловые точки. - Инициализация весов: методы и их влияние на обучение. - Выбор скорости обучения и её влияние на сходимость. - Методы диагностики проблем обучения. - Методы и приемы отладки программного кода нейросетей (ППК-Р1.7). - Выявление и исправление ошибок в программном коде на уровне программных модулей.
8	<p>Тема 8. Регуляризация и методы борьбы с переобучением.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Понятие переобучения и его математическая интерпретация. - L1 и L2 регуляризация: вывод обновления весов. - Dropout: принцип работы и математическое обоснование. - Batch Normalization: алгоритм и влияние на обучение. - Ранняя остановка обучения. - Аугментация данных как метод регуляризации. - Сравнение методов регуляризации и их комбинирование.

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<p>Тема 1. Установка и настройка среды для реализации нейронных сетей на NumPy.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Установка Python и библиотеки NumPy. - Настройка Jupyter Notebook для работы. - Проверка работоспособности инструментов. - Знакомство с базовыми операциями NumPy.
2	<p>Тема 2. Реализация персептрона Розенблата на NumPy.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Реализация архитектуры персептрона. - Реализация алгоритма обучения. - Тестирование на линейно-разделимых данных. - Визуализация результатов обучения.
3	<p>Тема 3. Реализация функций активации и их производных.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Реализация сигмоиды, тангенса, ReLU и их производных. - Визуализация функций активации. - Сравнение производных и анализ их свойств. - Тестирование функций активации на простой модели.
4	<p>Тема 4. Реализация полносвязного слоя на NumPy.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Реализация класса Linear (Dense) слоя. - Прямое распространение: вычисление выходов. - Инициализация весов и смещений. - Сохранение промежуточных значений для обратного распространения.
5	<p>Тема 5. Реализация функций потерь и их градиентов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Реализация функции MSE: прямой проход и градиент. - Реализация функции Cross-Entropy: прямой проход и градиент. - Проверка правильности градиентов через численное дифференцирование. - Сравнение поведения разных функций потерь.
6	<p>Тема 6. Реализация алгоритма обратного распространения ошибки.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Реализация backward метода для полносвязного слоя. - Вычисление градиентов для весов и смещений. - Передача градиента на предыдущий слой. - Проверка корректности с помощью численного дифференцирования.
7	<p>Тема 7. Реализация полносвязной нейронной сети на NumPy.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Сборка многослойной сети из реализованных слоёв. - Реализация методов forward и backward для сети. - Реализация цикла обучения. - Тестирование на простых наборах данных.
8	<p>Тема 8. Реализация оптимизаторов градиентного спуска.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Реализация SGD с моментом. - Реализация RMSprop. - Реализация Adam. - Сравнение оптимизаторов на одной задаче.
9	<p>Тема 9. Обучение нейронной сети и исследование гиперпараметров.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - Обучение сети на реальных данных. - Исследование влияния скорости обучения. - Исследование влияния размера батча. - Исследование влияния количества слоёв и нейронов.
10	<p>Тема 10. Визуализация процесса обучения и диагностика проблем.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Построение кривых обучения (loss и accuracy). - Визуализация градиентов по слоям. - Диагностика затухания/взрыва градиентов. - Анализ переобучения по кривым обучения.
11	<p>Тема 11. Реализация L1 и L2 регуляризации.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Добавление регуляризационного члена в функцию потерь. - Модификация градиентов для L1 и L2 регуляризации. - Сравнение обучения с регуляризацией и без неё. - Анализ влияния коэффициента регуляризации.
12	<p>Тема 12. Реализация Dropout и Batch Normalization.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Реализация Dropout слоя с маской. - Реализация Batch Normalization. - Интеграция слоёв в сеть. - Сравнение качества обучения с разными методами регуляризации.
13	<p>Тема 13. Реализация свёрточного слоя на NumPy.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Реализация операции свёртки вручную. - Реализация прямого распространения для свёрточного слоя. - Вывод градиентов для свёрточного слоя. - Тестирование на небольших изображениях.
14	<p>Тема 14. Реализация рекуррентного слоя на NumPy.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Реализация простой RNN (Vanilla RNN). - Прямое распространение по временным шагам. - Алгоритм обратного распространения во времени (BPTT). - Тестирование на задаче прогнозирования временных рядов.
15	<p>Тема 15. Реализация механизма внимания на NumPy.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Реализация механизма внимания: Query, Key, Value. - Реализация Scaled Dot-Product Attention. - Реализация Multi-Head Attention. - Визуализация весов внимания.
16	<p>Тема 16. Комплексный проект: реализация нейронной сети с нуля.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Формулировка прикладной задачи. - Проектирование архитектуры нейронной сети. - Реализация полного цикла обучения на NumPy. - Оценка качества и интерпретация результатов. - Сравнение с реализацией на высокоуровневом фреймворке. - Защита проекта и презентация результатов.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение учебной литературы и официальной документации по библиотекам глубокого обучения (PyTorch, TensorFlow).
2	Работа с документацией по архитектурам нейронных сетей.
3	Выполнение домашних заданий по реализации нейронных сетей.
4	Самостоятельное изучение дополнительных архитектур и методов обучения.
5	Анализ кейсов применения нейронных сетей в различных областях.
6	Выполнение итогового проекта (разработка нейросетевой модели + подготовка презентации).
7	Подготовка к промежуточной аттестации.
8	Подготовка к промежуточной аттестации.
9	Подготовка к текущему контролю.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Данилов, В. В. Нейронные сети : учебное пособие / В. В. Данилов. — Донецк : ДонГУ, 2020. — 158 с.	https://e.lanbook.com/book/179953
2	Ростовцев, В. С. Искусственные нейронные сети : учебник для вузов / В. С. Ростовцев. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 216 с. — ISBN 978-5-507-50568-5.	https://e.lanbook.com/book/447392

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

<https://habr.com/ru> - база знаний в виде статей, обзоров

<http://library.miit.ru/> - электронно-библиотечная система научно-технической библиотеки МИИТ

<https://superset.apache.org/user-docs/intro/#documentation> – документация Apache Superset

<https://www.postgresql.org/> - официальная страница PostgreSQL

<https://yandex.cloud/ru/docs/datalens/> - официальная документация Yandex Datalens

<https://docs.docker.com/> - официальная документация Docker

<https://www.metabase.com/docs/latest/> - официальная документация Metabase

<https://tableau.pro/> - официальный сайт Tableau с лучшими практиками проектирования дашбордов

<https://revealthedata.com/blog/> - Блог о визуализации данных и BI-системах

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Python

PyTorch

TensorFlow / Keras

NumPy, Pandas, Matplotlib

Scikit-learn

Jupyter Notebook / Jupyter Lab

VS Code / PyCharm

Git

Браузер Chrome / Яндекс.Браузер

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Компьютер преподавателя

Компьютеры студентов

Проектор

Экран для проектора

Маркерная доска

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 4 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

руководитель образовательной
программы

О.Б. Проневич

Согласовано:

Директор

Д.В. Паринов

Директор ЦС IT - программ ВИШ

О.Б. Проневич

Председатель учебно-методической
комиссии

Д.В. Паринов