

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АЛЬ-ФАРАБИ

А.Т. Агишев

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

**Сборник лекций для студентов магистратуры,
обучающихся по образовательной программе
«7М07125 - Электроника и системы управления»**

Алматы, 2025

Лекция 4. Искусственные нейронные сети в интеллектуальной обработке данных

Цель лекции

Познакомить студентов с концепцией искусственных нейронных сетей (ИНС), их архитектурой, типами и алгоритмами обучения. Показать, как нейронные сети применяются для интеллектуальной обработки данных, классификации, прогнозирования и управления, а также обсудить роль высокопроизводительных вычислений в обучении нейросетевых моделей.

Основные вопросы:

1. Истоки и биологические основы нейронных сетей.
2. Математическая модель искусственного нейрона.
3. Архитектура нейронных сетей: однослойные, многослойные, рекуррентные.
4. Алгоритмы обучения: с учителем, без учителя, с подкреплением.
5. Функции активации и методы оптимизации.
6. Применение ИНС в интеллектуальных системах обработки данных.
7. Использование НРС при обучении нейросетей

Краткие тезисы:

1. Биологические основы. Искусственные нейронные сети основаны на идее моделирования работы человеческого мозга. Каждый нейрон получает сигналы от других нейронов, обрабатывает их и передаёт результат дальше. Сеть из множества таких элементов способна распознавать образы, обобщать информацию и принимать решения на основе накопленного опыта.

2. Математическая модель нейрона. Искусственный нейрон вычисляет взвешенную сумму входных сигналов и преобразует её функцией активации. Основная задача обучения нейронной сети — подобрать такие значения весов w_i , при которых выход сети будет максимально близок к требуемому.

3. Архитектуры нейронных сетей.

- **Однослойная сеть (персептрон):** выполняет простую линейную классификацию.
- **Многослойная сеть (MLP):** содержит один или несколько скрытых слоёв, способна аппроксимировать нелинейные зависимости.
- **Рекуррентная сеть (RNN):** имеет обратные связи, что позволяет учитывать зависимость текущего состояния от предыдущих входов; используется для временных рядов и сигналов.
- **Сверточная сеть (CNN):** применяется для обработки изображений и пространственных данных.
- **Самоорганизующиеся карты (SOM):** работают без учителя, выполняют кластеризацию и визуализацию данных.

4. Алгоритмы обучения.

- **С учителем.** Обучение проводится на размеченных данных; используется метод обратного распространения ошибки (backpropagation), основанный на градиентном спуске.
- **Без учителя.** Сеть выявляет внутренние зависимости без заранее известных ответов.
- **С подкреплением.** Обучение строится на принципе награды и наказания в зависимости от действий модели.

5. Функции активации. Функция активации определяет нелинейный отклик нейрона:

- **Сигмоидальная:** сглаживает переход между состояниями;
- **Tanh:** делает выход симметричным относительно нуля;
- **ReLU:** ускоряет обучение глубоких сетей;
- **Softmax:** используется на выходном слое при многоклассовой классификации.

6. Обработка данных и применение. Нейронные сети применяются для решения широкого круга задач:

- распознавание изображений и речи;
- прогнозирование параметров систем;
- диагностика технических состояний;
- управление сложными объектами;
- анализ и фильтрация сигналов.

ИНС позволяют интеллектуальной системе работать с нечеткими, многомерными и неполными данными, выявляя скрытые зависимости.

7. Высокопроизводительные вычисления и обучение нейросетей. Обучение современных нейронных сетей требует значительных вычислительных ресурсов. Для этого используются GPU, TPU и кластеры высокой производительности. Распараллеливание вычислений позволяет обрабатывать большие обучающие выборки и ускорять настройку параметров сети. Платформы TensorFlow и PyTorch обеспечивают масштабируемость и эффективное использование ресурсов НРС.

Вопросы для контроля, изучаемого материал:

- 1) В чём заключается принцип работы искусственного нейрона?
- 2) Какие архитектуры нейронных сетей существуют и чем они отличаются?
- 3) В чём суть метода обратного распространения ошибки?
- 4) Назовите основные функции активации и их особенности.
- 5) Для каких задач применяются нейронные сети в интеллектуальных системах обработки данных?
- 6) Почему обучение нейронных сетей требует использования высокопроизводительных вычислительных систем?

Рекомендуемый список литературных источников:

1. Hopgood A. A. Intelligent Systems for Engineers and Scientists. — 3rd ed. — Boca Raton : CRC Press / Taylor & Francis, 2012. — 682 p.
2. Sterling T., Anderson M., Brodowicz M. High Performance Computing: Modern Systems and Practices. — Amsterdam : Elsevier / Morgan Kaufmann, 2017. — 728 p.
3. Russell, S., Norvig, P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 4th Edition. Pearson, 2021.