

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АЛЬ-ФАРАБИ

А.Т. Агишев

МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

**Сборник лекций для студентов магистратуры,
обучающихся по образовательной программе
«7M06201 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации»**

Алматы, 2025

Лекция 4. Машинное обучение – основы

Цель лекции

Познакомить студентов с фундаментальными принципами машинного обучения (МО), его задачами, типами, архитектурами и алгоритмами. Показать взаимосвязь машинного обучения с инженерными приложениями и роль данных в построении интеллектуальных систем.

Основные вопросы:

1. Определение и ключевые идеи машинного обучения.
2. Компоненты и этапы процесса обучения.
3. Типы машинного обучения: с учителем, без учителя, с подкреплением.
4. Математические основы обучения: ошибка, функция потерь, переобучение.
5. Основные алгоритмы обучения.
6. Оценка и валидация моделей.
7. Применение машинного обучения в радиотехнике и телекоммуникациях.

Краткие тезисы:

Определение и суть машинного обучения.

По определению Томаса Митчелла (цит. по Alpaydin, 2020):

«Программа учится на опыте E относительно некоторого класса задач T и метрики P , если её производительность P на задачах T улучшается с опытом E .» То есть **машинное обучение** — это процесс автоматического извлечения закономерностей из данных с целью прогнозирования или принятия решений без явного программирования.

Компоненты процесса обучения.

По Russell & Norvig (2021), любая система МО состоит из:

- **Данных** — входных примеров и целевых меток;
- **Модели** — функции, отображающей входы в выходы;
- **Функции потерь (Loss function)** — меры ошибки;
- **Алгоритма оптимизации** (градиентный спуск, стохастический градиентный спуск — SGD);
- **Метода оценки качества** (валидация, тестирование).

Типы машинного обучения.

- **Обучение с учителем (Supervised Learning)** — наличие размеченных данных (классификация, регрессия).
Примеры: линейная/логистическая регрессия, SVM, деревья решений, нейронные сети.
- **Обучение без учителя (Unsupervised Learning)** — поиск скрытых структур без меток.
Примеры: кластеризация (k-means), PCA, автоэнкодеры.
- **Обучение с подкреплением (Reinforcement Learning)** — агент обучается взаимодействуя со средой, максимизируя награду (Goodfellow et al., 2016).

Математические основы обучения.

Модель $f(x, \theta)$ аппроксимирует зависимость между входом x и целевым значением y . Цель — минимизация функции потерь $L(y, f(x, \theta))$. Алгоритм корректирует параметры θ , чтобы уменьшить ошибку. Основная проблема — **баланс между обучением и обобщением**, избежание **переобучения (overfitting)**. Методы борьбы: кросс-валидация, регуляризация (L1/L2), dropout, ранняя остановка.

Основные алгоритмы машинного обучения.

- Линейные модели: линейная и логистическая регрессия.
- Алгоритмы на основе деревьев: Decision Tree, Random Forest, Gradient Boosting.
- Байесовские методы: Naïve Bayes, Gaussian Bayes.
- Метод опорных векторов (SVM).
- k-ближайших соседей (k-NN).
- Нейронные сети — универсальные аппроксиматоры (Goodfellow et al., гл. 1–3).

Оценка и валидация моделей.

Основные метрики:

- **Accuracy, Precision, Recall, F1-score** — для классификации.
- **MSE, MAE, R^2** — для регрессии. Разделение данных: *train / validation / test*. Используются методы: **k-fold cross-validation, ROC-кривая, AUC**.

Применение машинного обучения в радиотехнике и телекоммуникациях.

- Распознавание сигналов и классификация модуляций;
 - Прогнозирование помех и отказов;
 - Управление радиоресурсами и распределением частот;
 - Обнаружение атак в сетях связи (анализ сетевого трафика);
 - Оптимизация параметров антенн и передающих устройств с помощью нейронных моделей.
- Эти задачи решаются методами supervised и reinforcement learning с использованием Python, MATLAB, TensorFlow и PyTorch.

Вопросы для контроля, изучаемого материал:

- 1) Что такое машинное обучение и как оно отличается от классического программирования?
- 2) Каковы основные компоненты процесса машинного обучения?
- 3) В чём различие между обучением с учителем, без учителя и с подкреплением?
- 4) Что такое функция потерь и какую роль она играет в обучении моделей?
- 5) Что такое переобучение и как можно его избежать?
- 6) Назовите несколько распространённых алгоритмов машинного обучения и области их применения.
- 7) Как машинное обучение используется в радиотехнике и телекоммуникациях?

Рекомендуемый список литературных источников:

1. Russell, S., Norvig, P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 4th Edition. Pearson, 2021.
2. Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. Deep Learning. MIT Press, 2016.
3. Alpaydin, E. Introduction to Machine Learning. 4th Edition. MIT Press, 2020.