

Математические основы искусственного интеллекта

Калитвин В.А.
kalitvinv@yandex.ru

2025



Понятие ИИ

Искусственный интеллект (ИИ, англ. Artificial Intelligence, AI).

Четкого определения в настоящее время не существует.

ИИ — свойство интеллектуальных систем выполнять задачи, обычно связанные с человеком.



Технологии ИИ

ИИ включает технологии:

- решения задач, экспертных систем (ЭС), систем поддержки и принятия решений;
- систем распознавания образов, движения и т. д.;
- систем обработки текста и машинного перевода;
- игровых программ;
- обучаемых и обучающих систем;
- робототехники и автономных агентов;
- взаимодействия с пользователем на естественном языке.

Основные направления в моделировании ИИ

1. Объект исследований – структура и механизмы работы мозга человека, а конечная цель заключается в раскрытии тайн мышления.
2. Объект исследований – алгоритмы и программы (ИИ). Моделирование интеллектуальной деятельности с помощью вычислительных машин.
3. Создание человеко-машинных интерфейсов.

Виды

1. Сильный ИИ.
2. Слабый ИИ.



AI - Artificial Intelligence

ML - Machine Learning

DL - Deep Learning

Основные подходы

Логический подход:

1. Булева алгебра.
2. Нечеткая логика.

Машинное обучение:

1. Регрессия.
2. Классификация.
3. Кластеризация.
4. Нейронные сети.
5. Генетические алгоритмы.



Основные разделы

1. Обработка текстов.

Структурная лингвистика, поиск, распознавание именованных сущностей, машинный перевод.

2. Обработка и синтез речи

Слух человека и машины, распознавание речи, синтез речи, обработка звука и музыки.

3. Компьютерное зрение.

Зрение человека и цифровое изображение, математические модели компьютерной графики, модели обработки изображений, распознавание объектов.

Нейронные сети (НС)

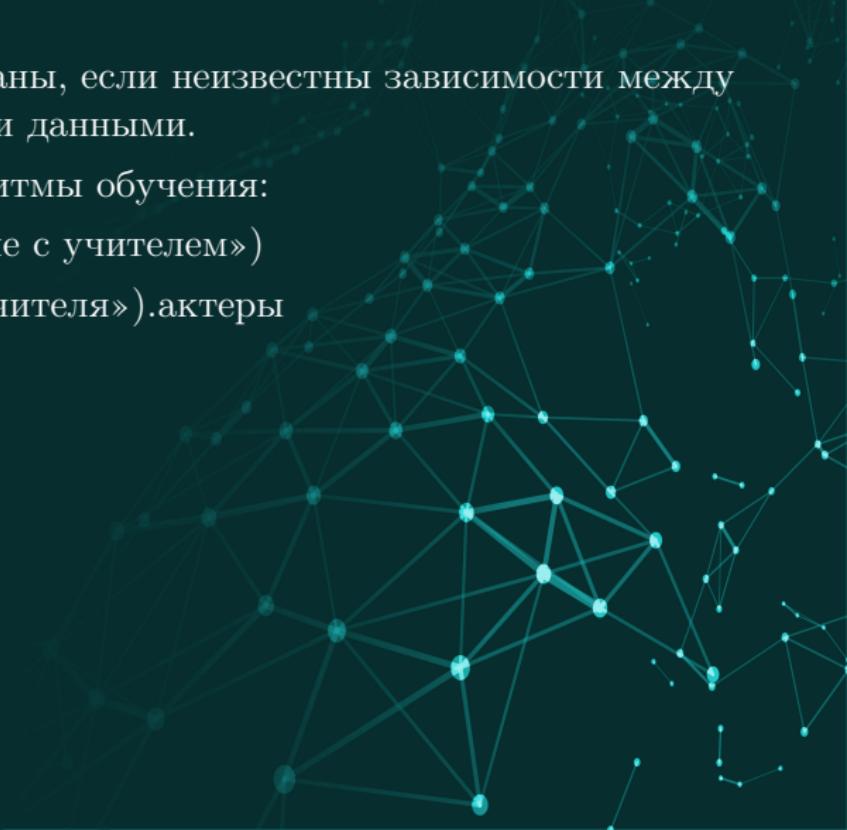
Модель, построенная на основе анализа работы биологических нейронов.

Могут быть использованы, если неизвестны зависимости между входными и выходными данными.

Распространенные алгоритмы обучения:

управляемое («обучение с учителем»)

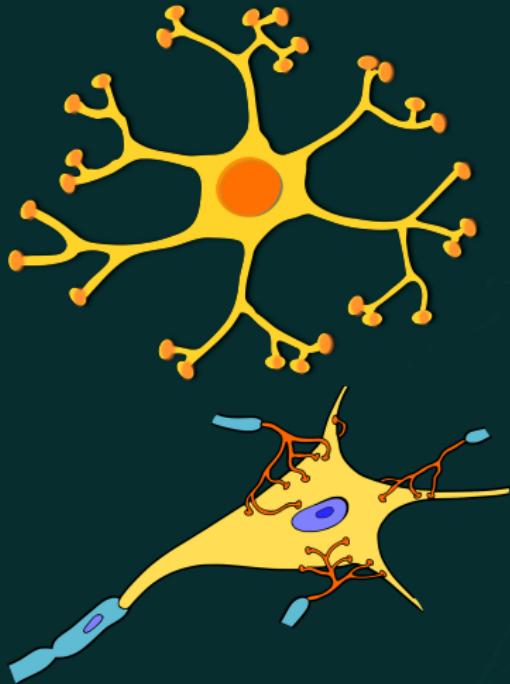
неуправляемое («без учителя»).



Биологические нейронные сети

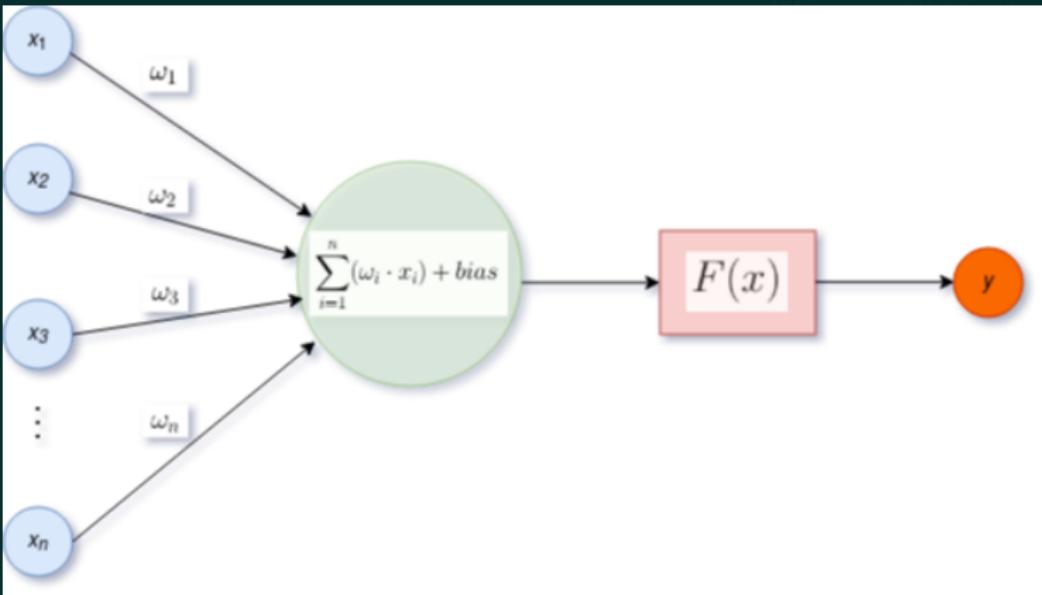


Биологические нейронные сети



Биологический нейрон – клетка (ядро, отростки, тело и компоненты для связи с другими нейронами). По связям передаются электрохимические импульсы, приводящие нейронную сеть в состояние спокойствия или возбуждения.

Искусственная нейронная сеть



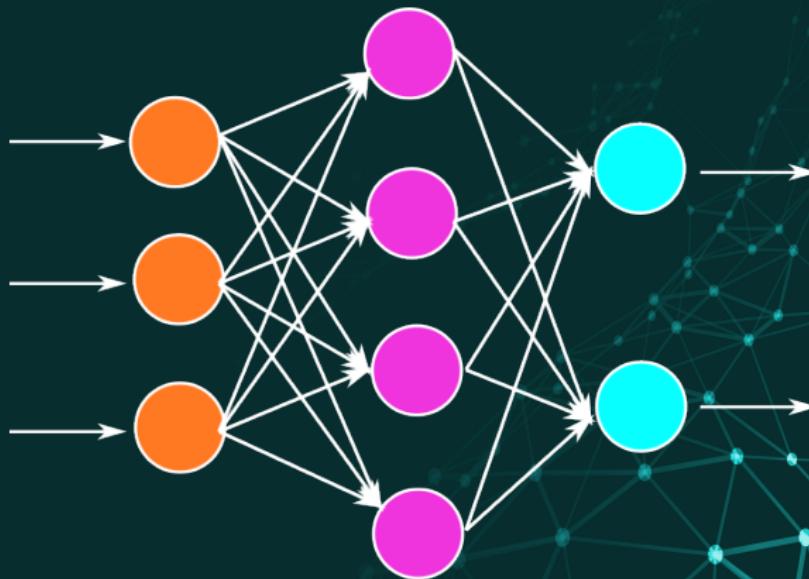
Искусственная нейронная сеть

$$W = \begin{pmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \omega_3 \\ \vdots \\ \omega_n \end{pmatrix} \quad X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}$$

$$W^T \cdot X$$

$$y = F(W^T \cdot X + bias)$$

Искусственная нейронная сеть



Искусственная нейронная сеть



Искусственная нейронная сеть

$$W = \begin{pmatrix} \omega_{11} & \omega_{12} & \omega_{13} & \dots & \omega_{1n} \\ \omega_{21} & \omega_{22} & \omega_{23} & \dots & \omega_{2n} \\ \omega_{31} & \omega_{32} & \omega_{33} & \dots & \omega_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \omega_{n1} & \omega_{n2} & \omega_{n3} & \dots & \omega_{nn} \end{pmatrix} \quad X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}$$

$$W \cdot X$$

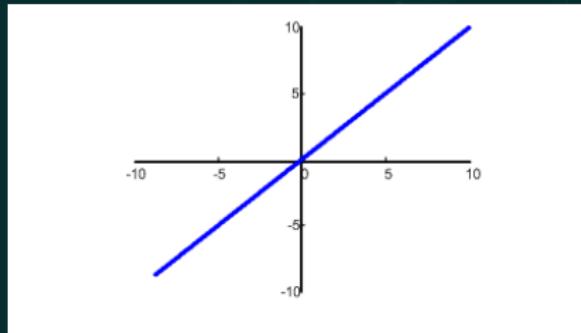
$$Y = F(W \cdot X + bias)$$

$$Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix}$$

Функция активации

Функция активации — это способ нормализации входных данных

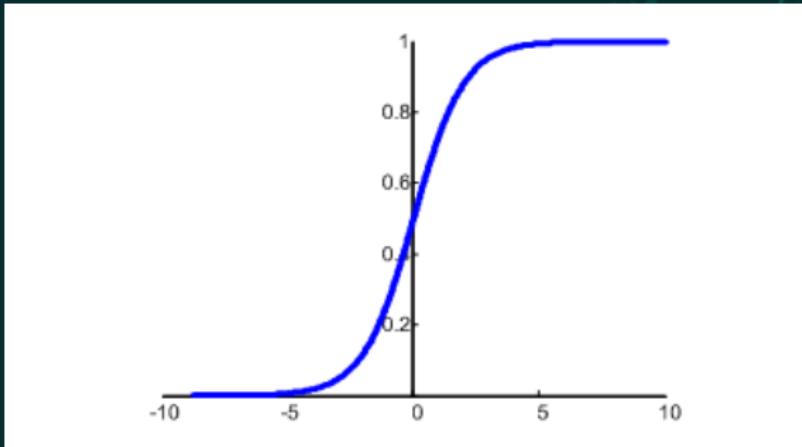
Линейная функция $f(x) = x$



Используется очень редко

Функция активации

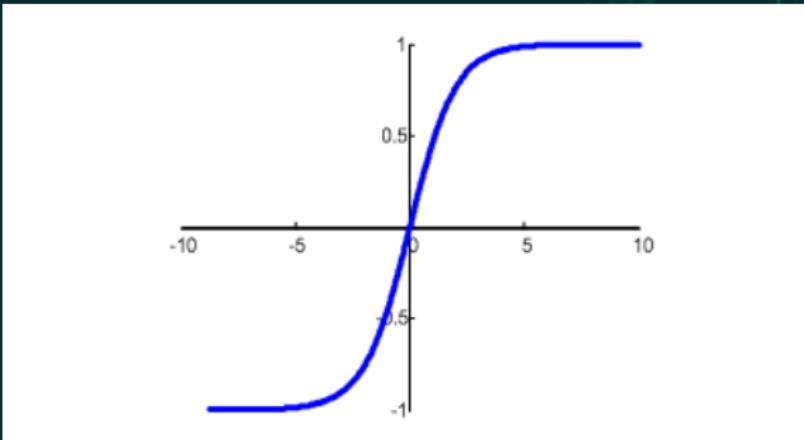
Сигмоида $f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$ (логистическая функция).



Наиболее распространенная функция активации.

Функция активации

Гиперболический тангенс $f(x) = \frac{e^{2x}-1}{e^{2x}+1}$.



Применяется, если на выходе нужно получать как положительные так и отрицательные значения.

История развития



- Тест Тьюринга,
- Персептрон Розенблatta

Шахматы
(Deep Blue)

1950-е

1980-е

1990-е

2000-е

2010-е

2020-е

Экспертные
системы

Данные

Генеративные
модели
(GPT3, DALL-E2, ruDALL-E)



Игра ГО
(Watson и
DeepMind
AlphaGo)

История развития

1943 г. – представлена статья «Логическое исчисление идей, относящихся к нервной активности» (авторы У. Мак-Каллок и У. Питтс), в которой впервые заговорили о нейронных сетях и показали модель искусственного нейрона.

1948 г. – Н. Винер вместе с соратниками публикует работу о кибернетике. Основной идеей является представление сложных биологических процессов математическими моделями.

1949 г. – Д. Хебб описал способы обучения конструкции, состоящей из искусственных аналогов клеток человеческого мозга, в своем труде «Организация поведения».

История развития

1950 г. – в английском журнале «Mind» выходит статья Тьюринга «Computing Machinery and Intelligence», в которой предлагается критерий наличия у машины (программы) мыслительных способностей (тест Тьюринга).

1957 г. – Розенблаттом предложены персептроны – модели мозга в виде различного рода сетей из искусственных нейронов, в основе – модели Маккалока-Питтса (1943 г.).

1965 г. – Заде сформулировал понятие нечеткого множества. Появление нечеткой логики.

1969 г. – Минский и Пейперт обнаружили основные вычислительные проблемы, возникающие при компьютерной реализации искусственных нейронных сетей. Первая проблема состояла в том, что однослойные нейронные сети не могли реализовать функцию XOR («Исключающее ИЛИ»). Второй важной проблемой было то, что компьютеры не обладали достаточной вычислительной мощностью, чтобы эффективно обрабатывать огромный объём вычислений, необходимый для больших нейронных сетей. Спад интереса к нейронным сетям.

Развитие

1975 г. – Вербос представил метод обратного распространения ошибки, который позволил эффективно решать задачу обучения многослойных сетей и решить проблему со "сложением по модулю 2".

1975 г. Фукусимой был разработан когнитрон, который стал одной из первых многослойных нейронных сетей.

1982 г. – создание сети Хопфилда, которая позволяла осуществлять двустороннюю передачу информации между нейронами.

Примеры применения

BlueDot - моделирование развития эпидемий.

Blue Brain Project - моделирование работы мозга.

Zone Out, Sunspring - фильмы, созданные ИИ.

Flow Machines - создание музыки и песен («Daddy's Car», «Mr. Shadow»).

Amper - создание музыкальных композиций.

«Тот день, когда компьютер написал роман» - книга, созданная ИИ.

Генеративные модели.

Модели DALL-E-2, ruDALL-E Kandinsky. Генерация изображений по текстовому описанию.

(<https://rudalle.ru/>)

Модели GPT-1/2/3, RuGPT. Генерация текстов.

(<https://app.neuro-flash.com/aiWriter>)

Нерешенные проблемы

Как научить машину чувствовать?

Как создать искусственный интеллект, способный к самообучению?

Как наделить машину сознанием?

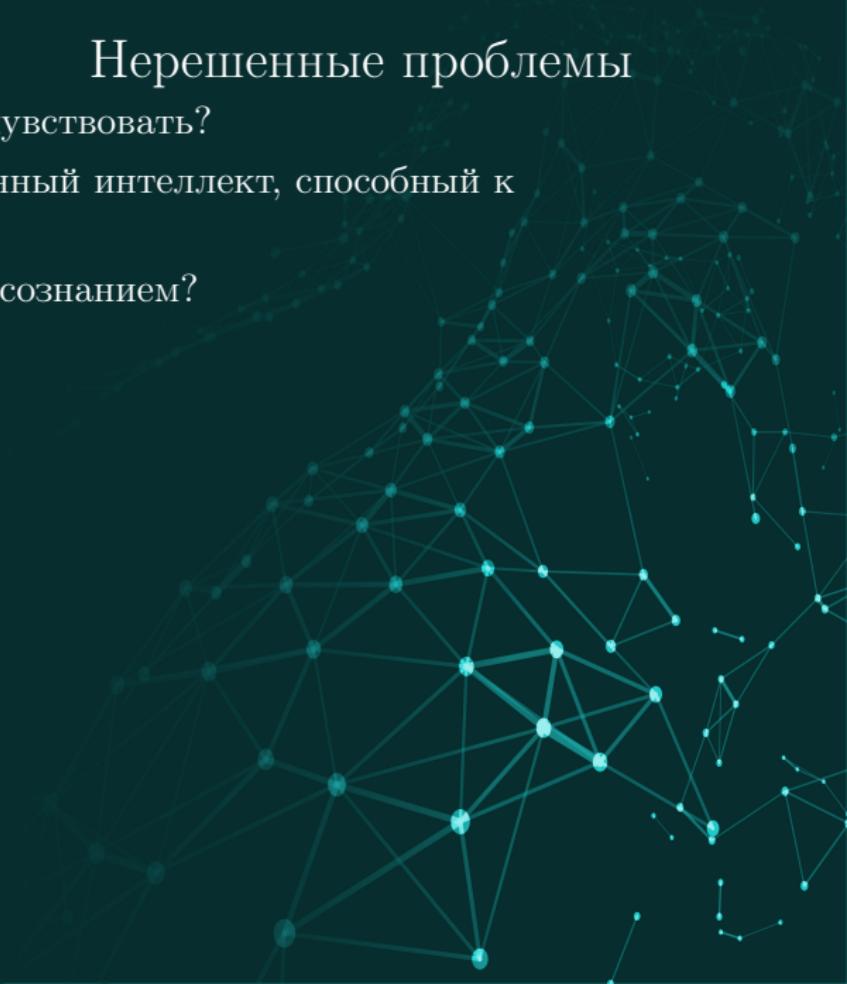




Рис. 1. Передняя панель айтрекера. Рамками выделены лампы инфракрасной подсветки



Рис. 3. Модуль регистрации ЭЭГ



Рис. 4. Шлем для регистрации ЭЭГ с модулями регистрации ЭЭГ и ФПГ



ИИ в России

11.10.2019 - опубликована и утверждена указом президента национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года

В Минэкономразвития создан департамент по искусственному интеллекту и инновациям.

2020 год - в Москве создана база знаний с проектами в сфере искусственного интеллекта.

БАЗА ЗНАНИЙ ИИ →

ICT moscow

Следим за рынком

>500 проектов умного города в выставке мировых практик Smart City на ICT:moscow

>10 тыс. новых базовых станций установлено в Москве за год

53 % москвичей готовы полностью перейти на использование цифровых платформ для решения повседневных задач

КАРТОЧКИ ЛЕНТА ИССЛЕДОВАНИЯ ЕЩЕ → МОЙ ПРОДУКТ

Инфопод 2019, экосистема мобильной экономики и другие исследования

Еженедельная подборка оценок, прогнозов и аналитических материалов

09 АПР. РЕДАКЦИЯ

1/5 ← →

Спасибо за внимание!