

# Машинное обучение

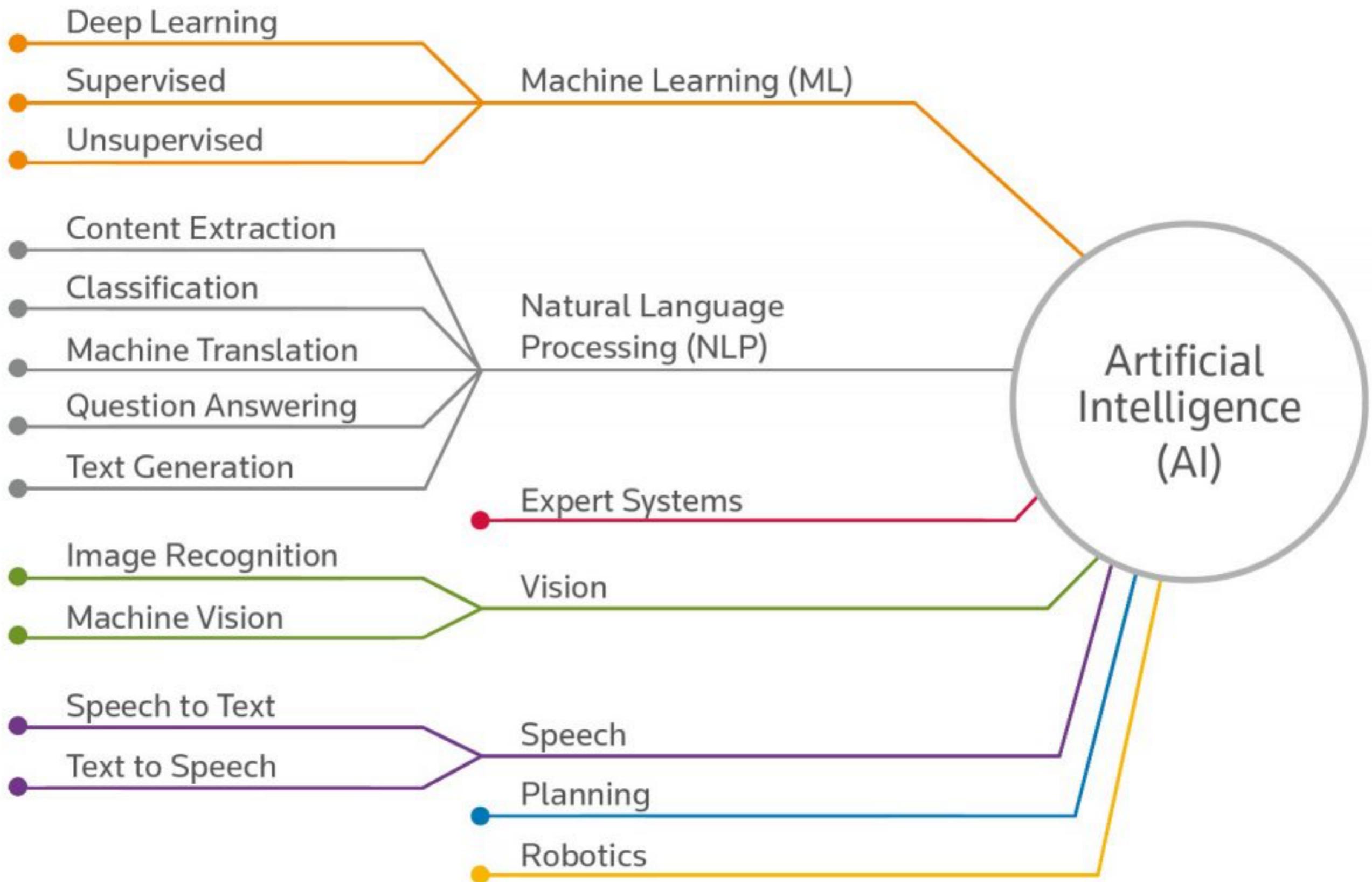
## Лекция 7

### Погружение в глубокое обучение

*Власов Кирилл Вячеславович*



2018



# Histogram of oriented gradients

Input image



Histogram of Oriented Gradients

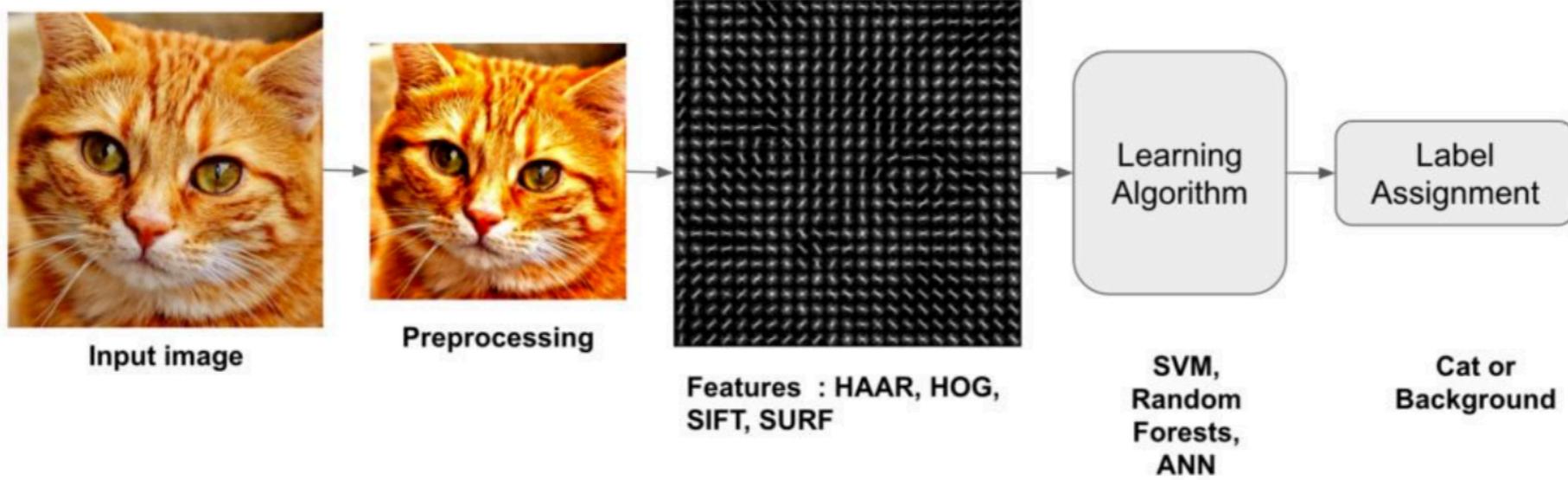


# Histogram of oriented gradients

Input image



Histogram of Oriented Gradients



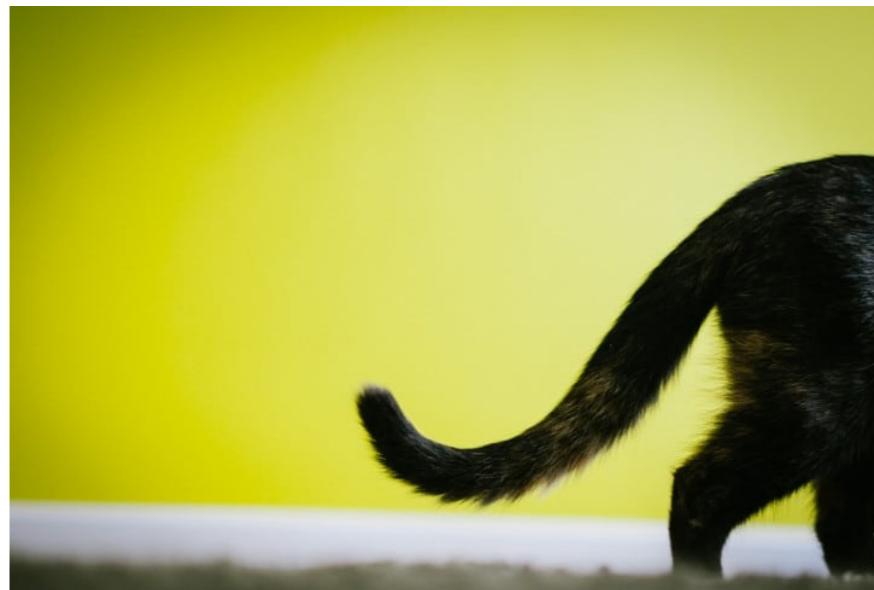
# Распознавание образов



# Распознавание образов



# Распознавание образов

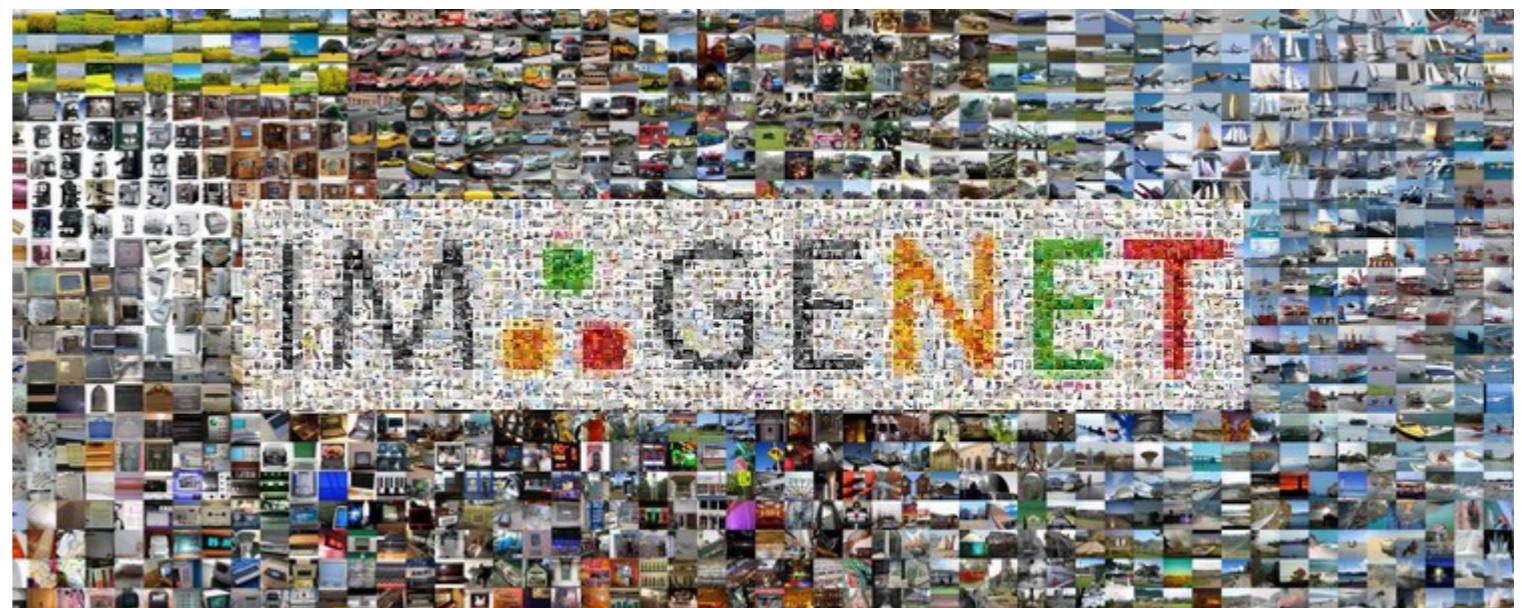


# Известные датасеты

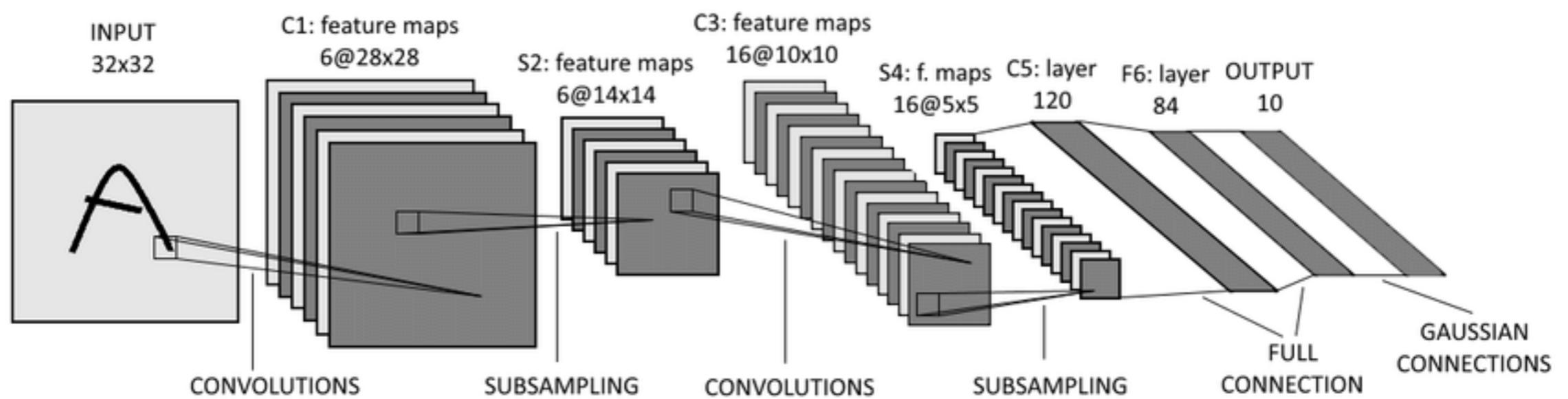
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9  
0 1 2 3 4 5 6 7 9 9  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

MNIST

ImageNet



# Сеть LeNet

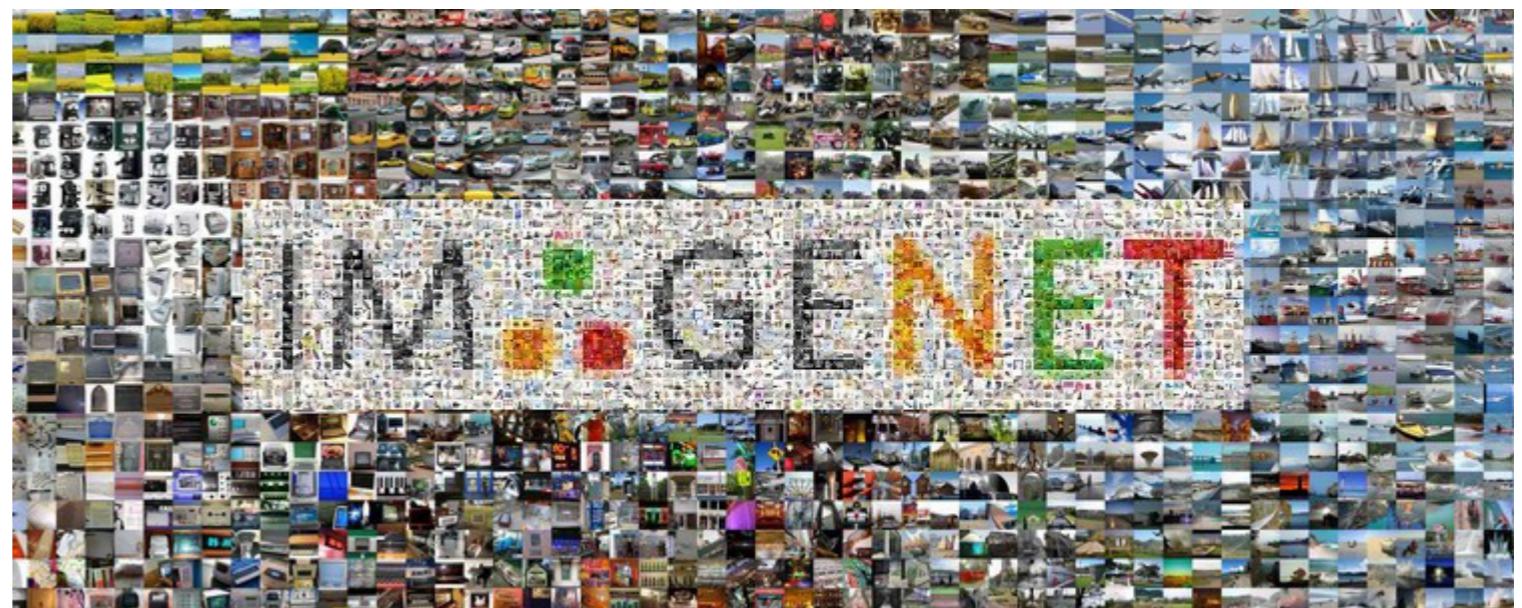


# Известные датасеты

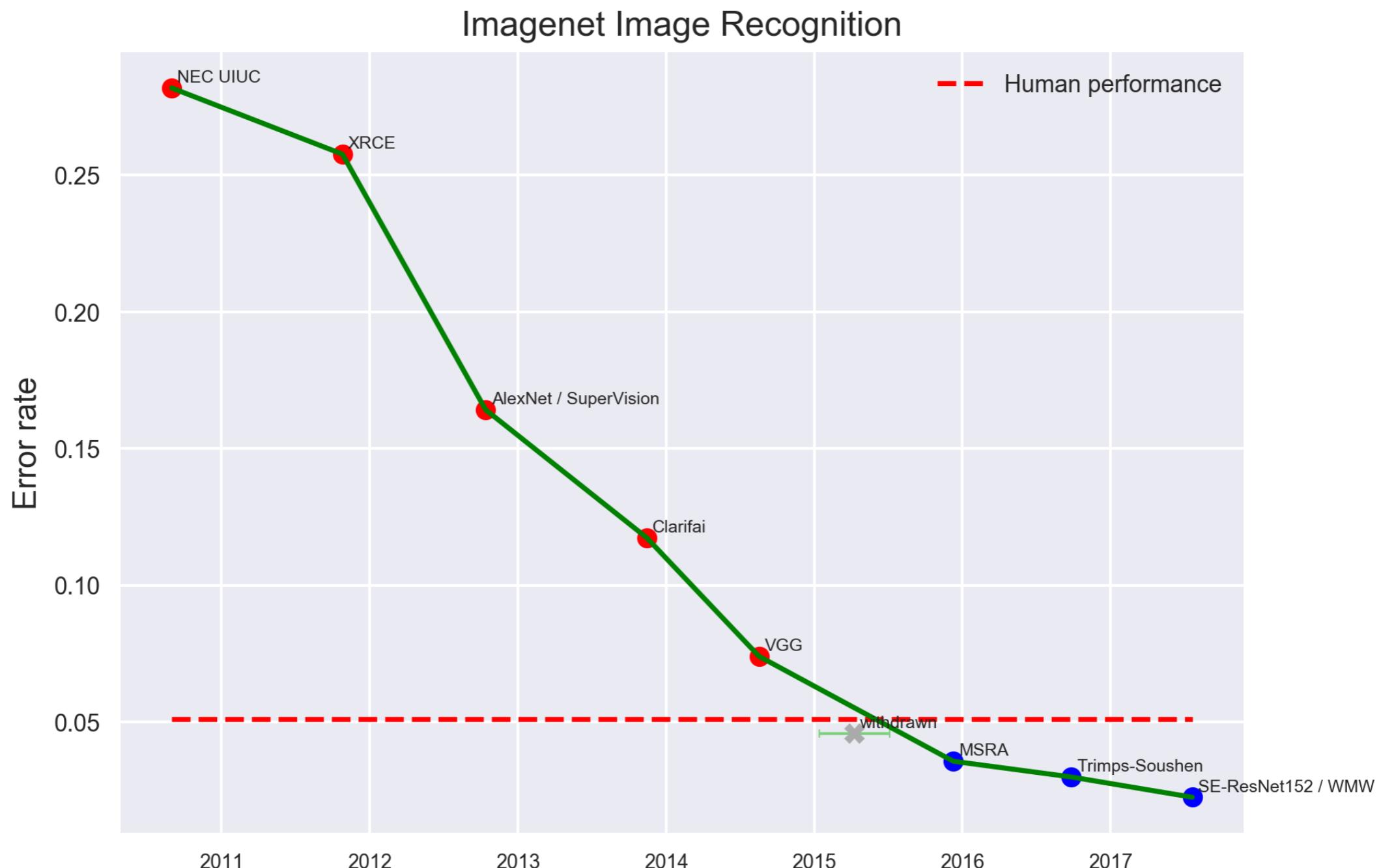
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9  
0 1 2 3 4 5 6 7 9 9  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

MNIST

ImageNet



# Превосходство NN над человеком



<https://www.eff.org/ai/metrics>

# Превосходство NN над человеком



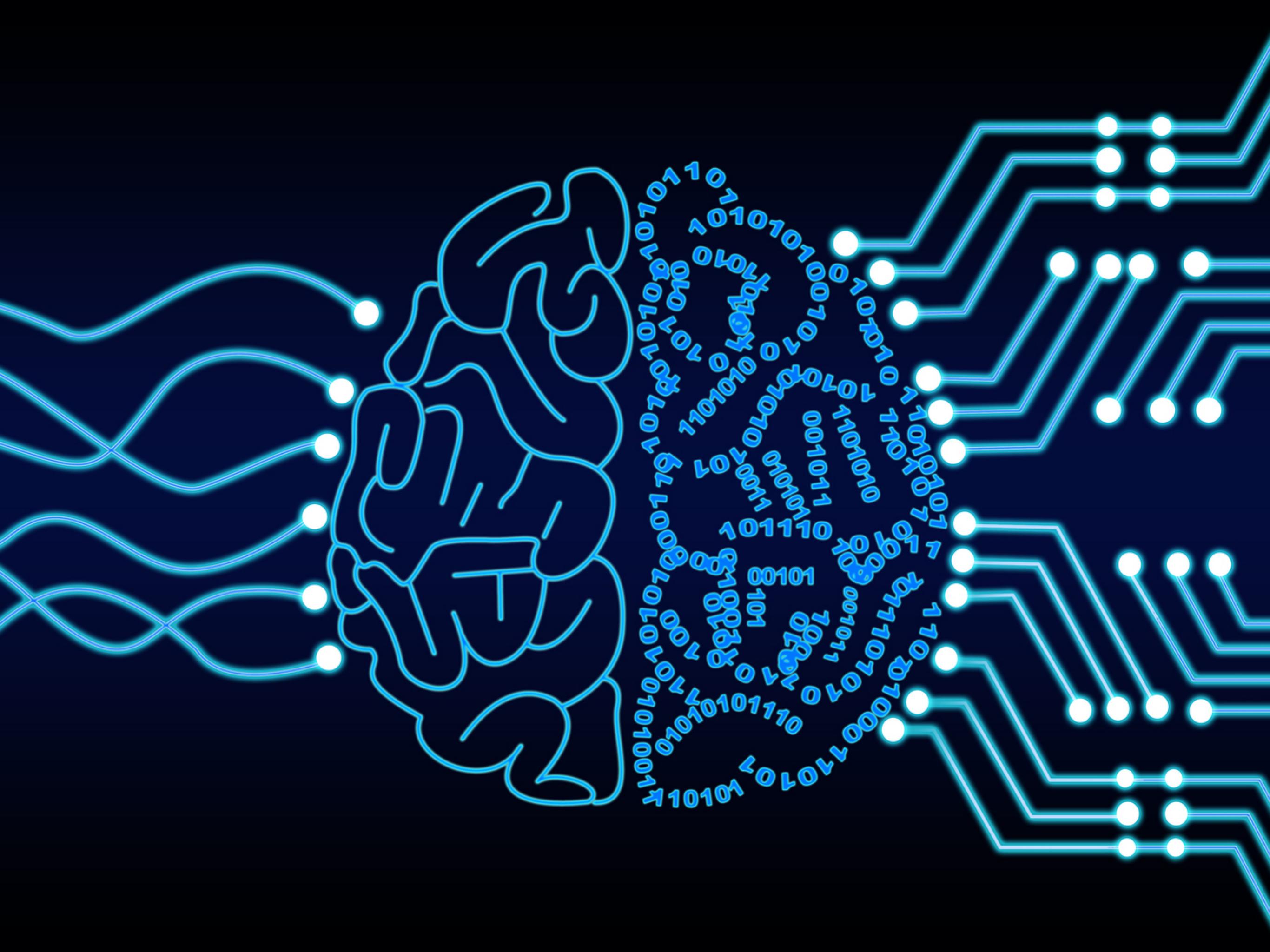
– Какой класс у этой картинки? Например, есть классы "horse" и "woman's clothing".

# Превосходство NN над человеком

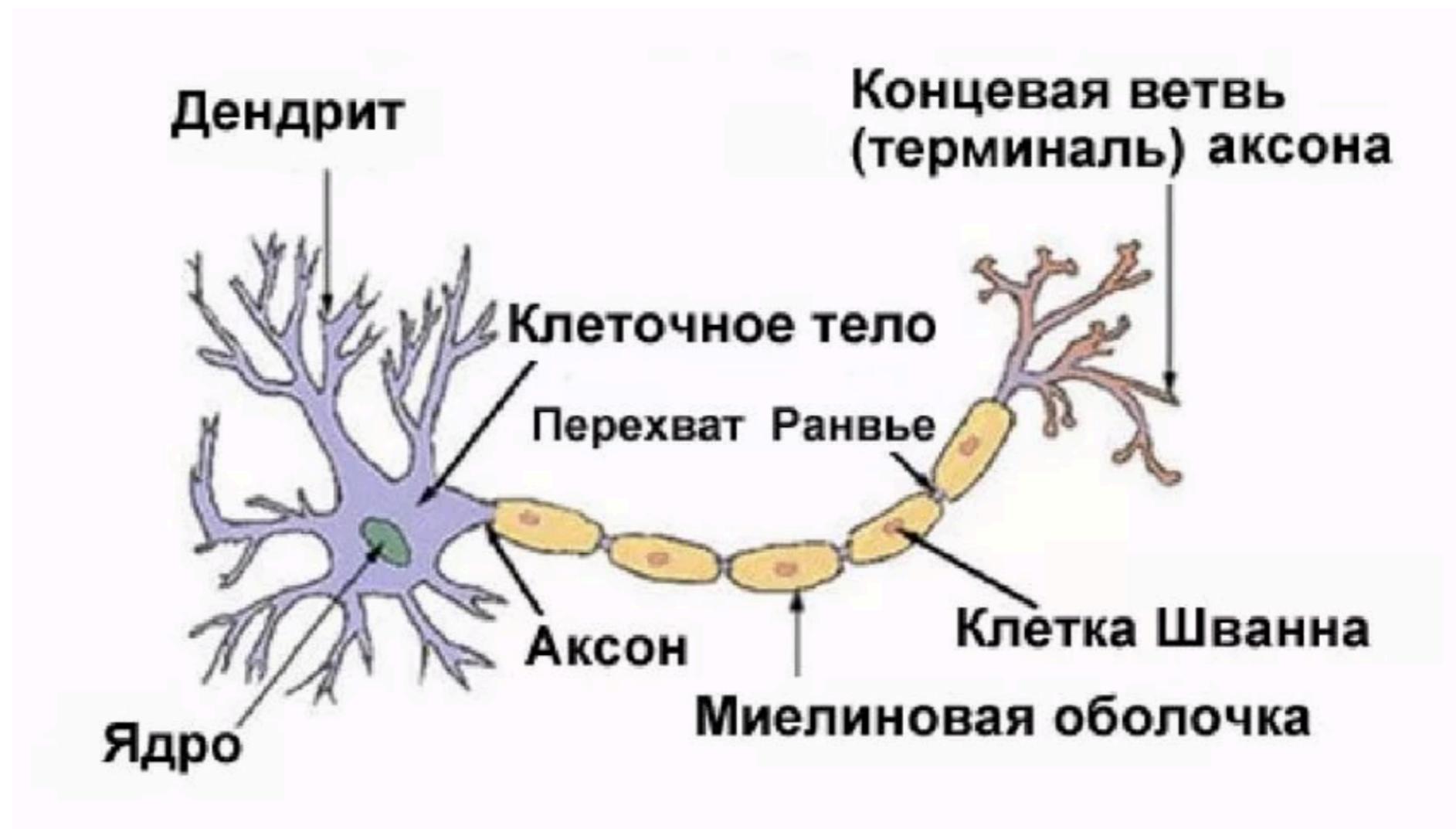


- Какой класс у этой картинки? Например, есть классы "horse" и "woman's clothing". Но правильный ответ, конечно, "hay".
- Разумеется. сена-то вон сколько. а бабы с конем еле-еле!

(c) <https://habr.com/post/303196/>



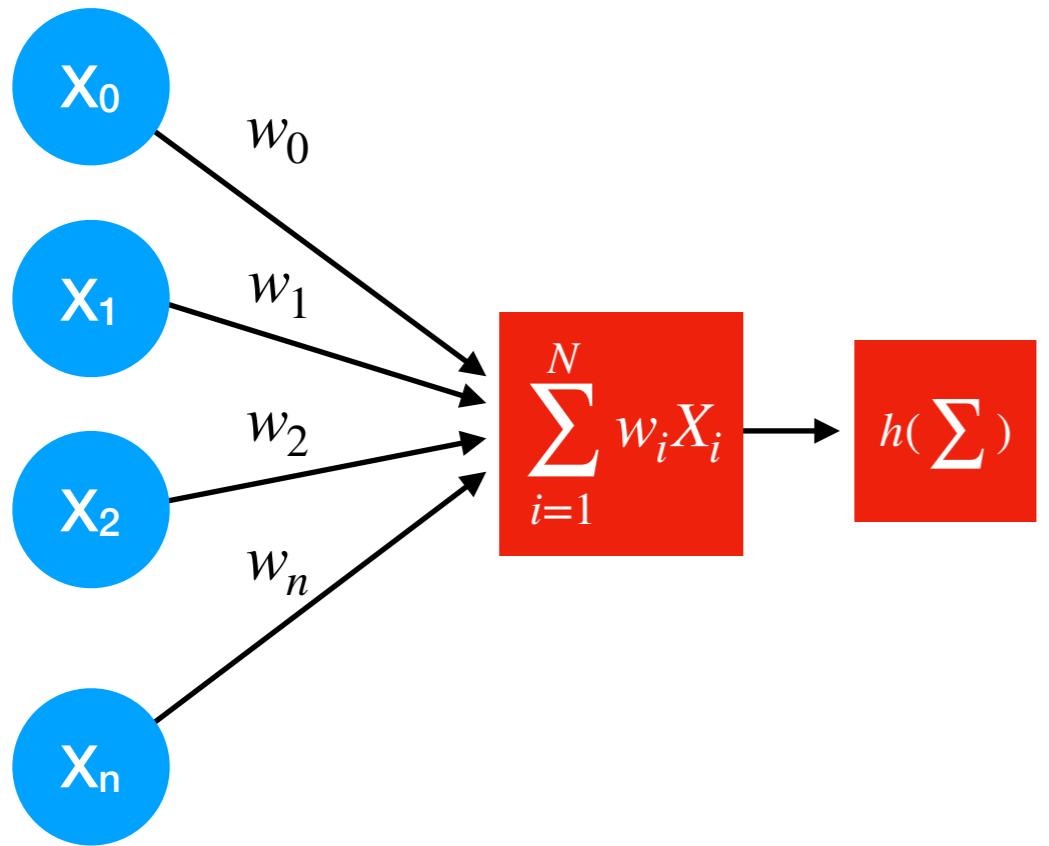
# Аналогия с биологическим нейроном



# Искусственный нейрон

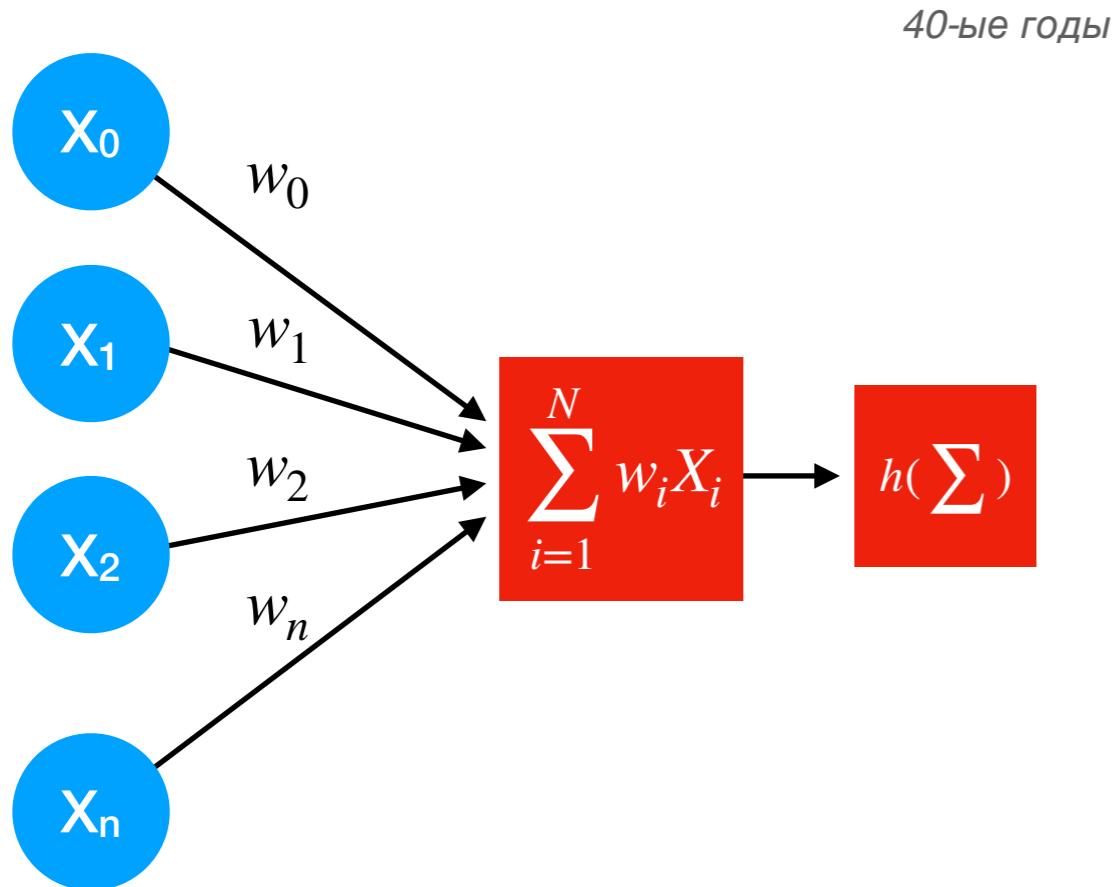
Математический нейрон Маккаллока – Питтса

40-ые годы

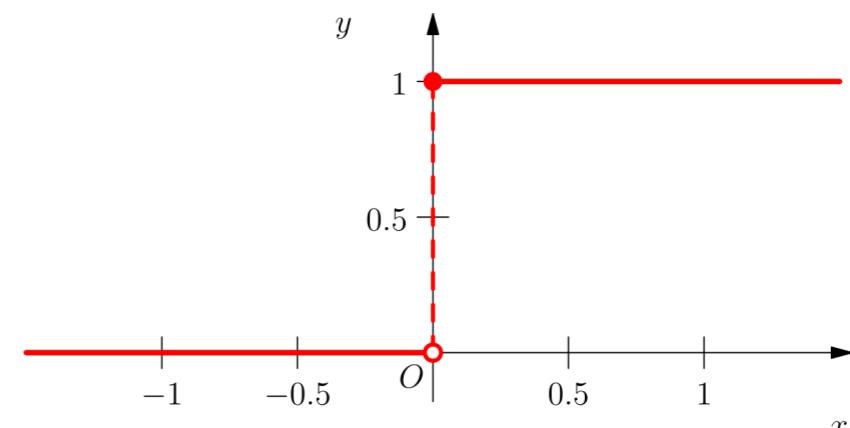


# Искусственный нейрон

Математический нейрон Маккаллока – Питтса

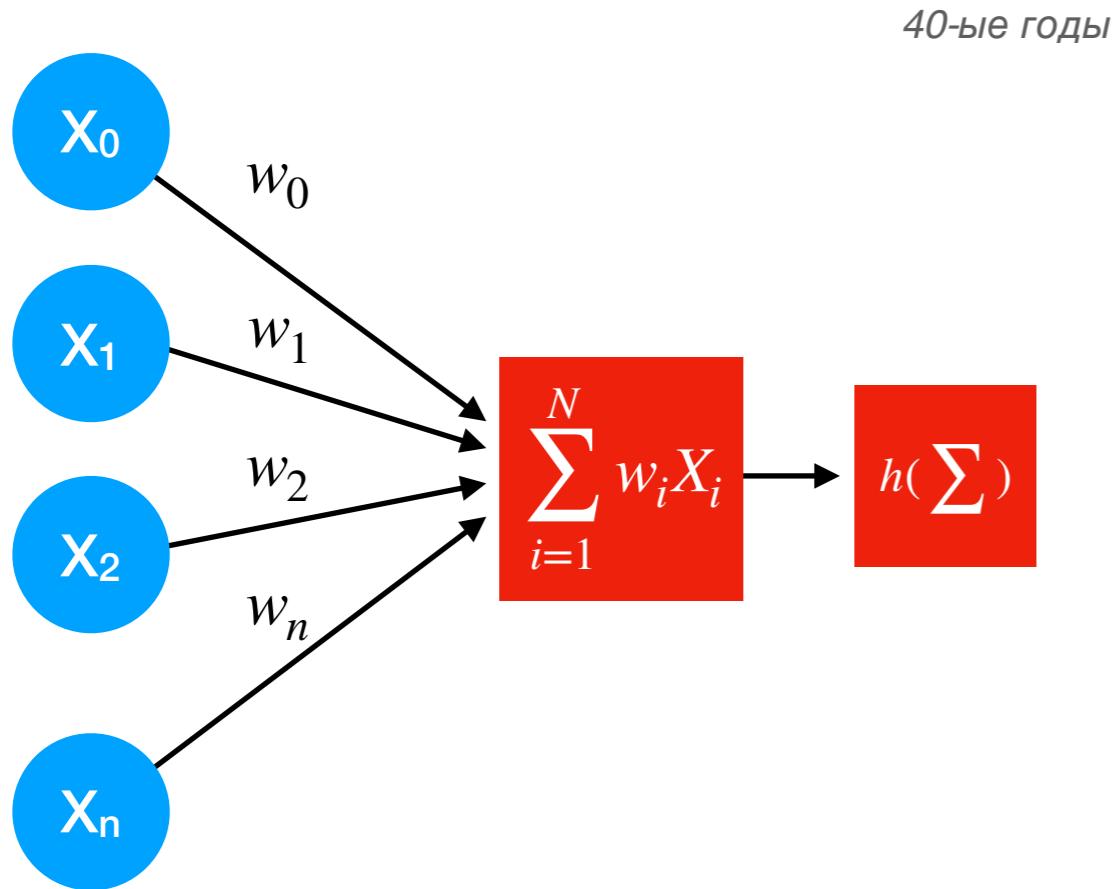


Функция Хевисайда

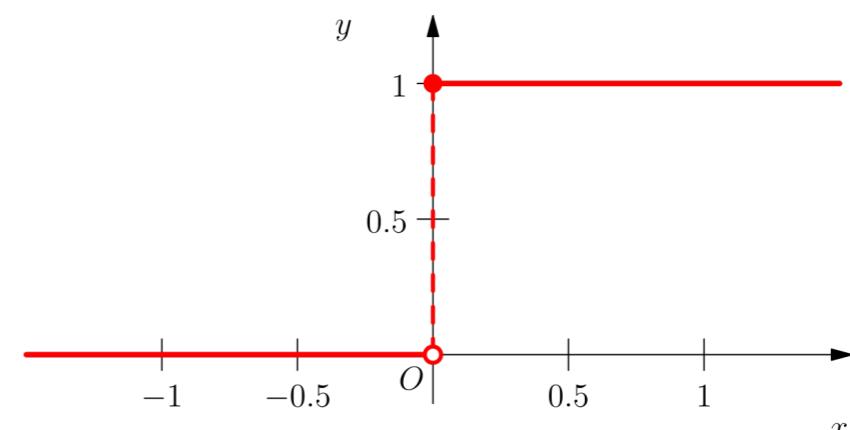


# Искусственный нейрон

Математический нейрон Маккаллока – Питтса



Функция Хевисайда

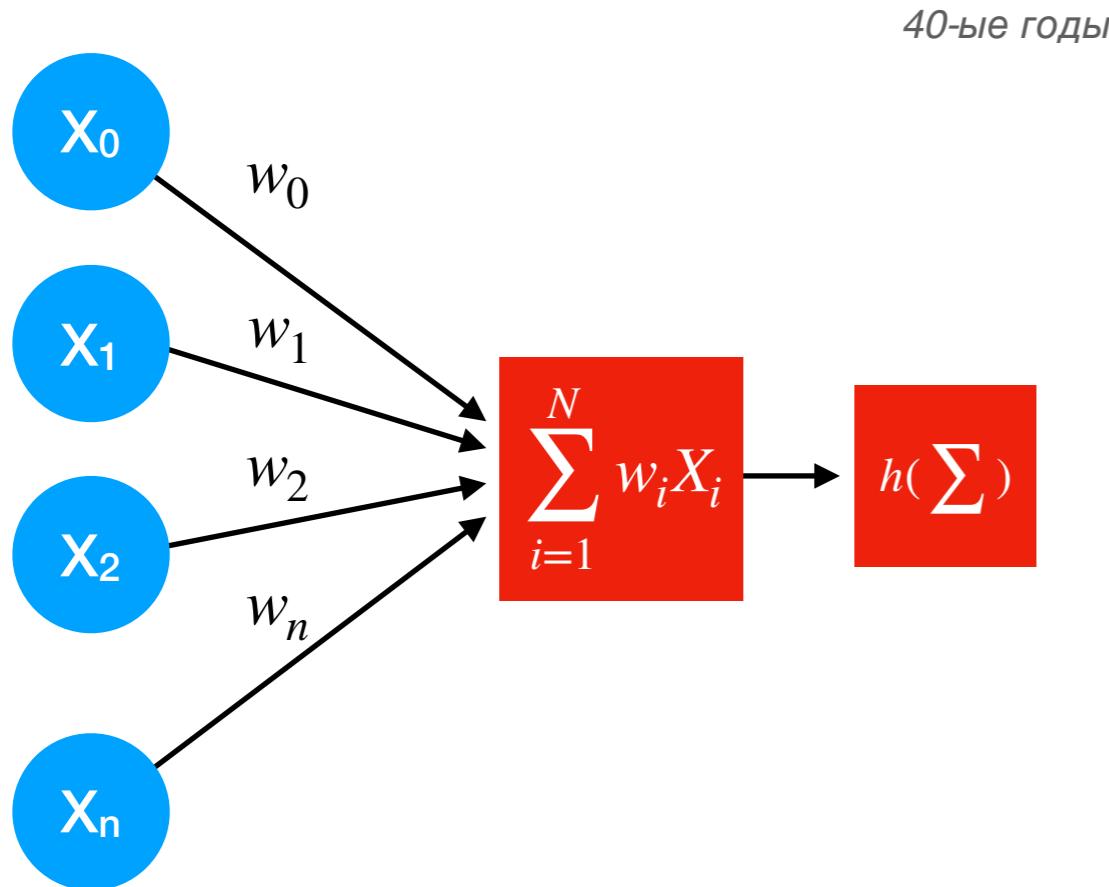


Персепtron Розенблатта

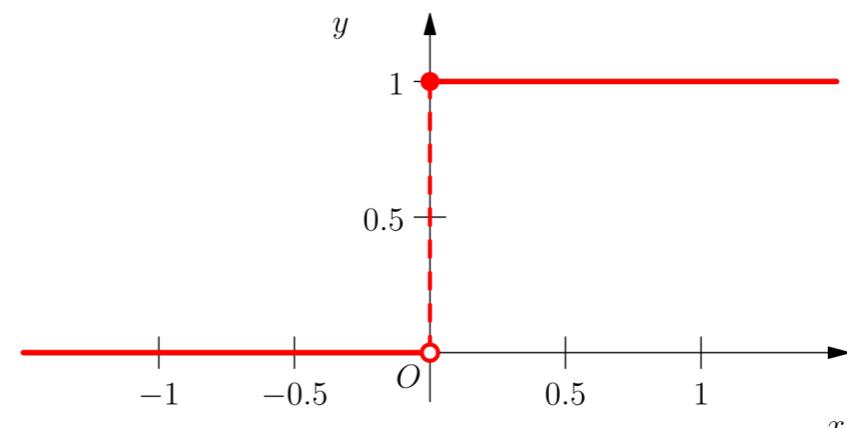
- Первое правило Хебба – *Если сигнал персептрана неверен и равен нулю, то необходимо увеличить веса тех входов, на которые была подана единица.*
- Второе правило Хебба – *Если сигнал персептрана неверен и равен единице, то необходимо уменьшить веса тех входов, на которые была подана единица.*

# Искусственный нейрон

## Математический нейрон Маккаллока – Питтса



## Функция Хевисайда



## Персепtron Розенблатта

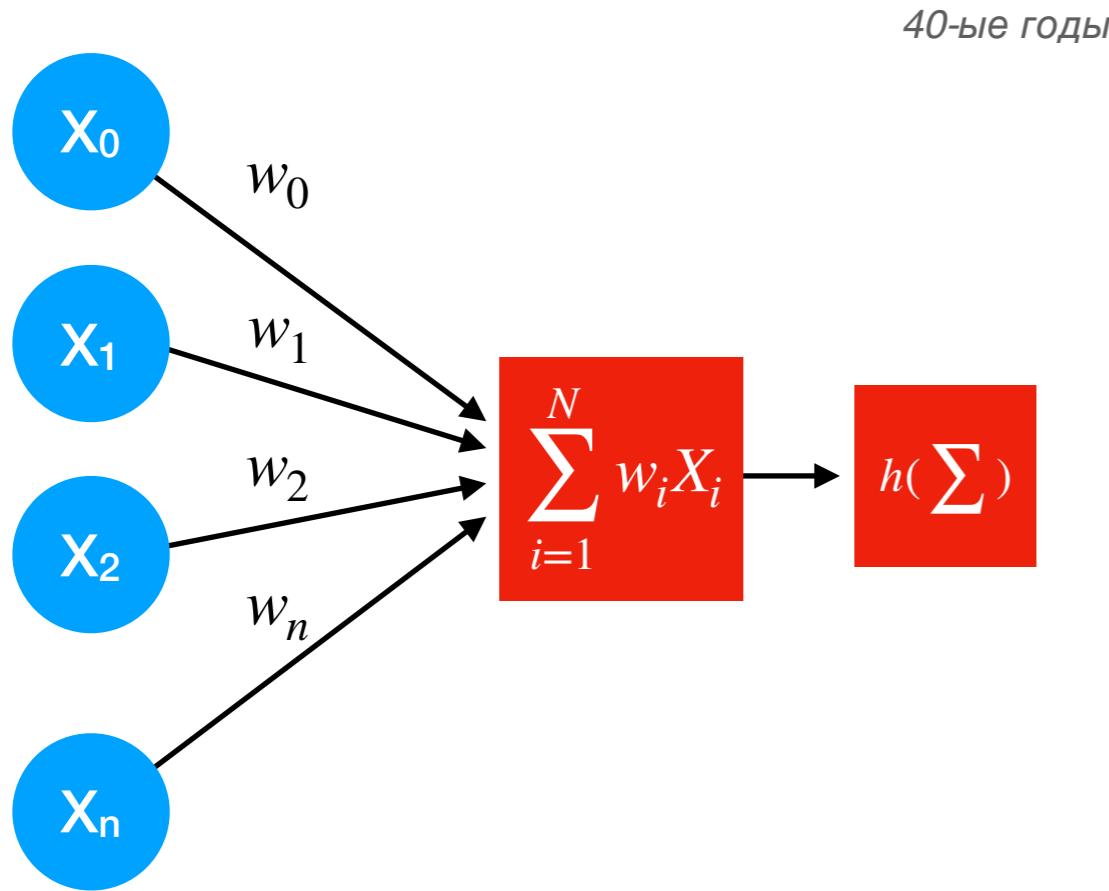
- Первое правило Хебба – *Если сигнал персептрана неверен и равен нулю, то необходимо увеличить веса тех входов, на которые была подана единица.*
- Второе правило Хебба – *Если сигнал персептрана неверен и равен единице, то необходимо уменьшить веса тех входов, на которые была подана единица.*

**Биологическая предпосылка:**

Если нейрон срабатывает, то синоптическая связь укрепляется

# Искусственный нейрон

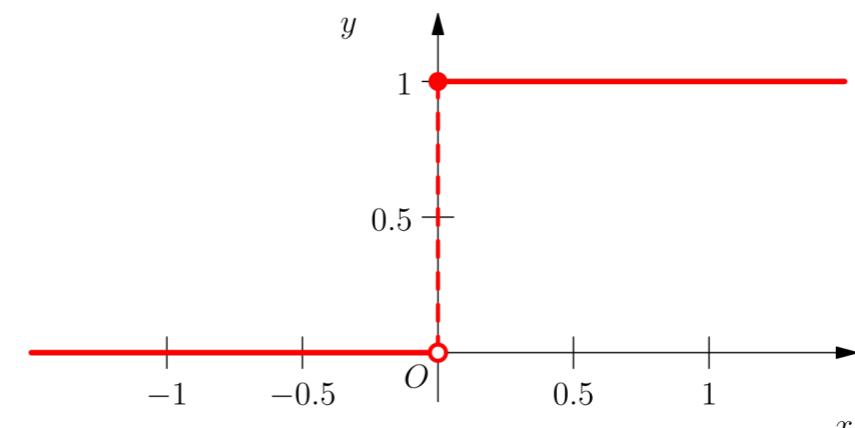
## Математический нейрон Маккаллока – Питтса



## Персепtron Розенблатта

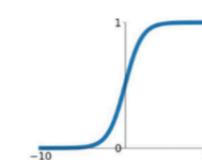
- Первое правило Хебба – *Если сигнал персептрана неверен и равен нулю, то необходимо увеличить веса тех входов, на которые была подана единица.*
- Второе правило Хебба – *Если сигнал персептрана неверен и равен единице, то необходимо уменьшить веса тех входов, на которые была подана единица.*

## Функция Хевисайда

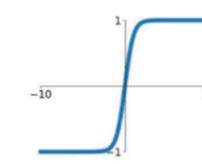


## Другие функции активации:

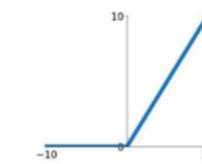
**Sigmoid**  
 $\sigma(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$



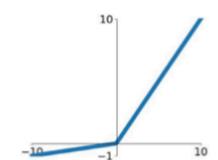
**tanh**  
 $\tanh(x)$



**ReLU**  
 $\max(0, x)$

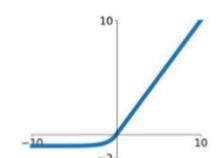


**Leaky ReLU**  
 $\max(0.1x, x)$

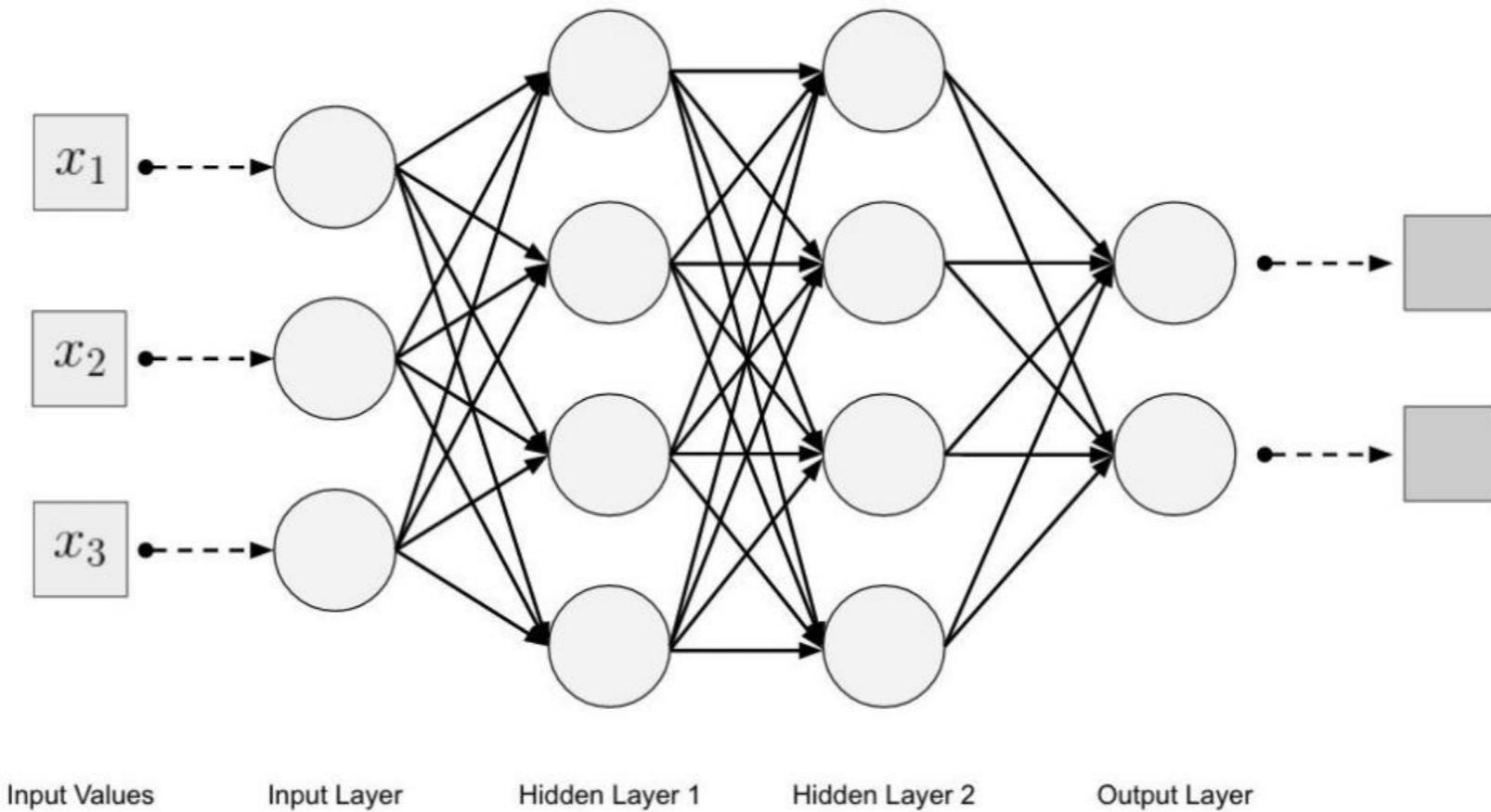


**Maxout**  
 $\max(w_1^T x + b_1, w_2^T x + b_2)$

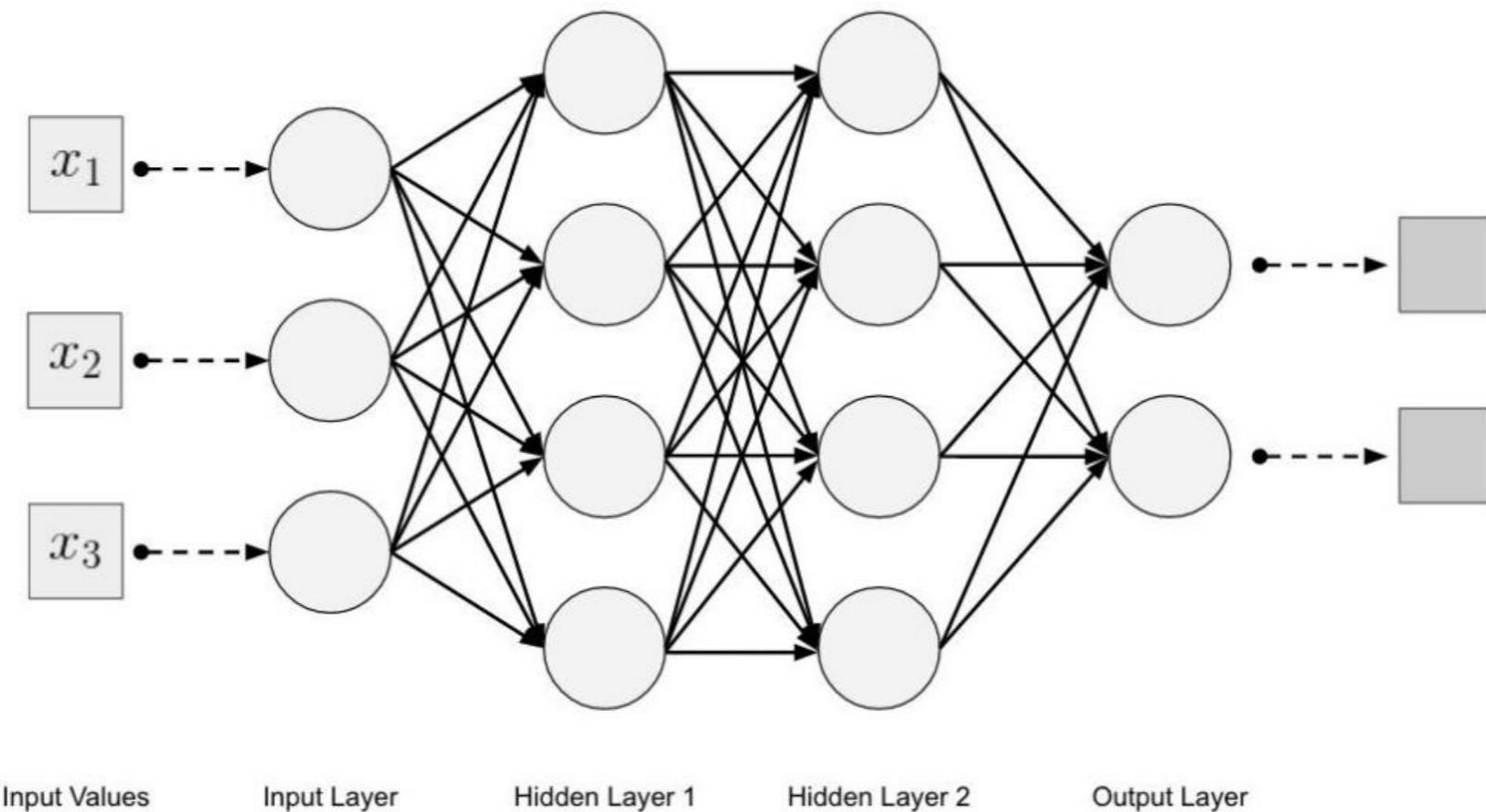
**ELU**  
 $\begin{cases} x & x \geq 0 \\ \alpha(e^x - 1) & x < 0 \end{cases}$



# Нейронные сети



# Нейронные сети



## Утверждения:

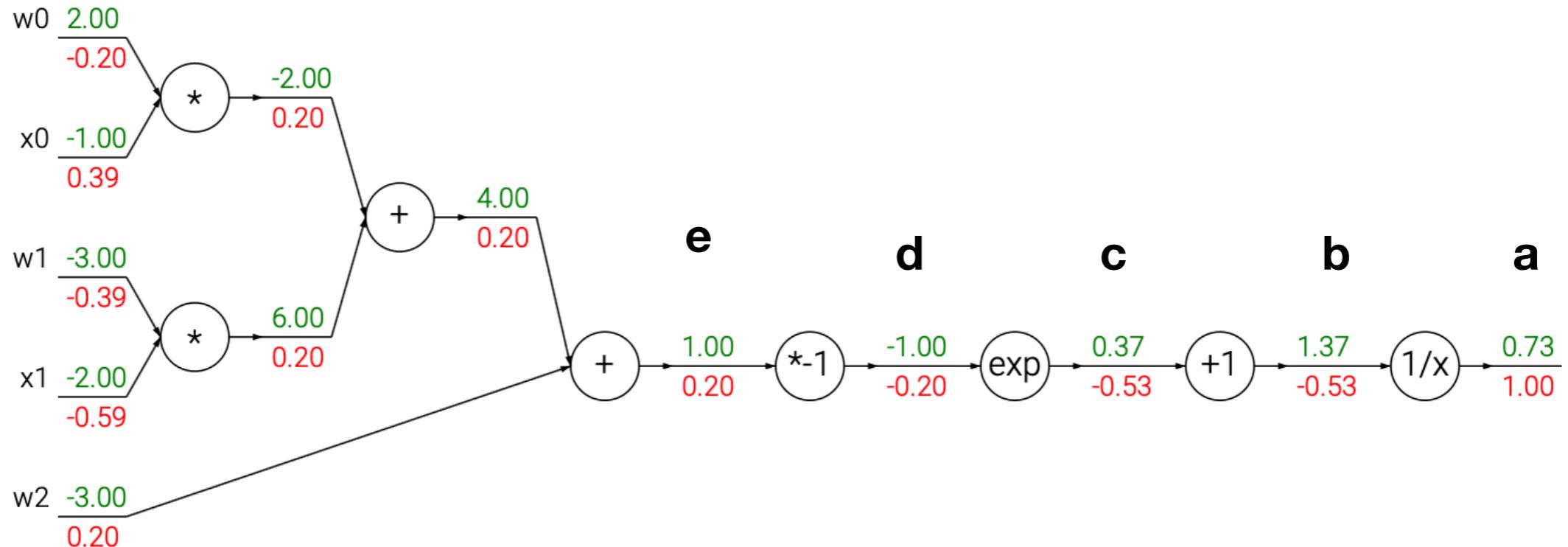
Любая булева функция представима в виде нейронной сети с одним скрытым слоем с нелинейной функцией активации нейрона (но может потребоваться экспоненциально много нейронов в скрытом слое).

Любая непрерывная и ограниченная функция может быть сколь угодно точно аппроксимирована нейронной сетью с одним скрытым слоем с нелинейной функцией активации нейрона.

Любая функция может быть сколь угодно точно аппроксимирована нейронной сетью с двумя скрытыми слоями с нелинейной функцией активации нейрона.

# Обучение

$$f(w, x) = \frac{1}{1 + e^{-(w_0x_0 + w_1x_1 + w_2)}}$$



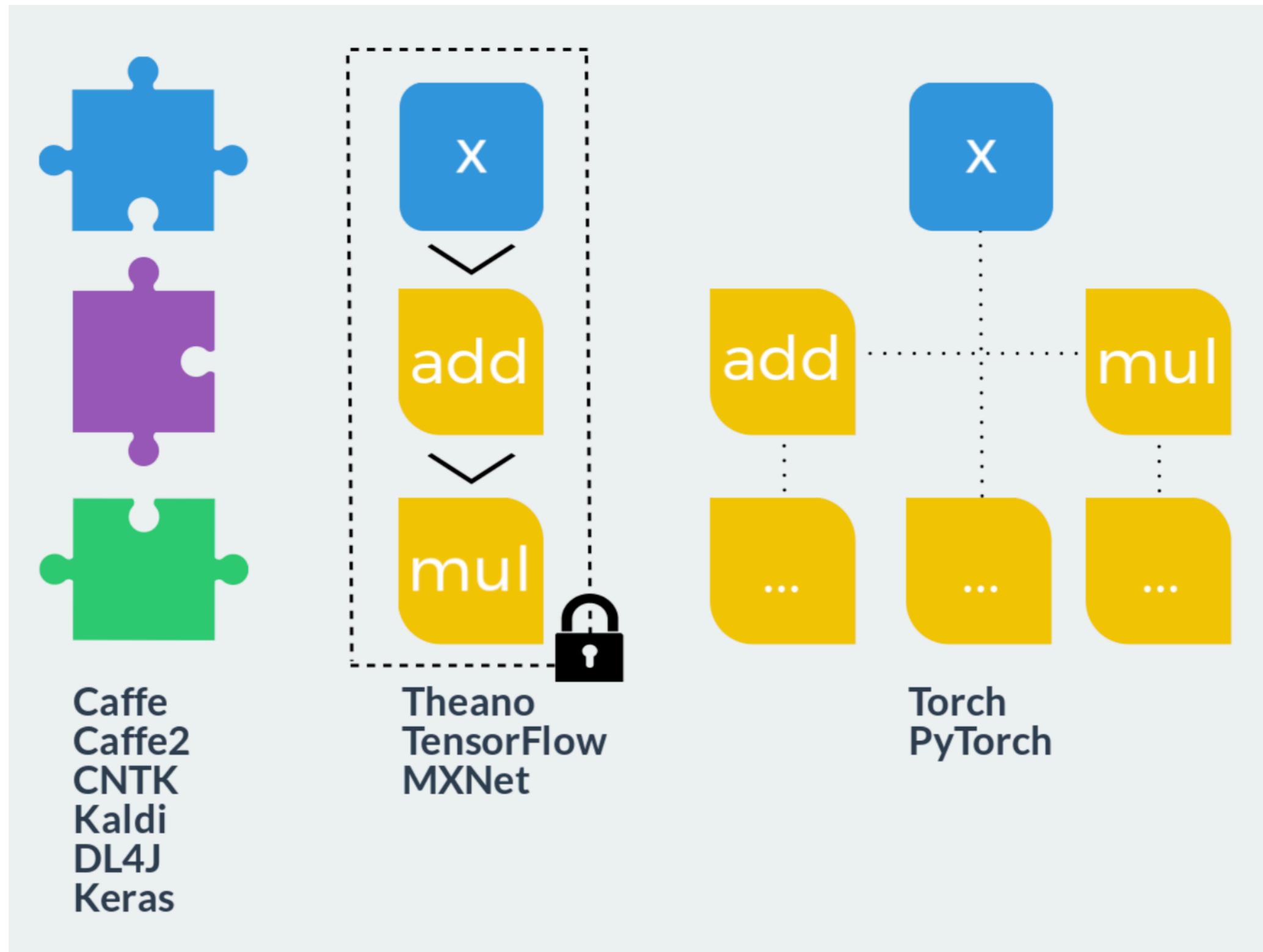
$$f(x) = \frac{1}{x} \rightarrow \frac{df}{dx} = -1/x^2$$

$$f_c(x) = c + x \rightarrow \frac{df}{dx} = 1$$

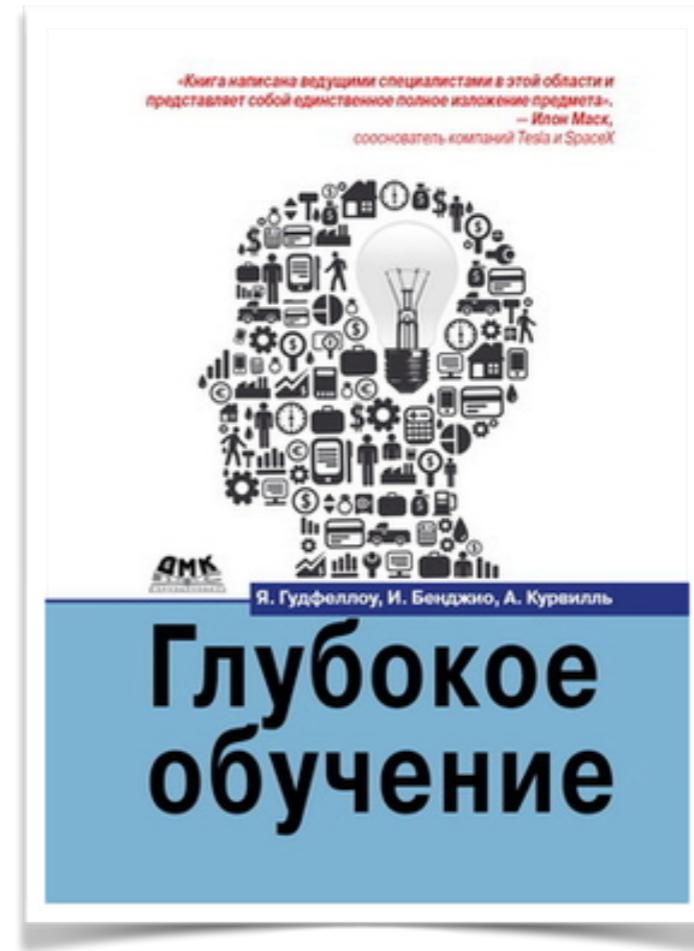
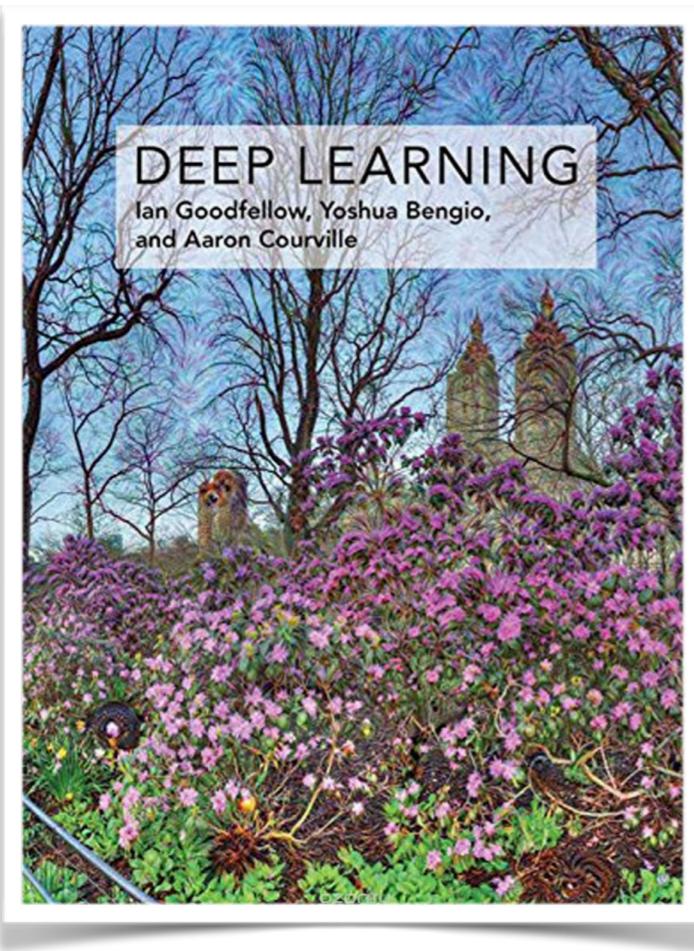
$$f(x) = e^x \rightarrow \frac{df}{dx} = e^x$$

$$f_a(x) = ax \rightarrow \frac{df}{dx} = a$$

# Сравнение библиотек



# Литература и ссылки



<http://www.deeplearningbook.org>

Deep Learning на пальцах

CS231n: Convolutional Neural Networks for Visual Recognition

CS224n: Natural Language Processing with Deep Learning

Курс от fast.ai