

ПРОГРАММИРОВАНИЕ CUDA C/C++, АНАЛИЗ ИЗОБРАЖЕНИЙ И DEEP LEARNING

Лекция №8



Спасёнов Алексей

Часть третья

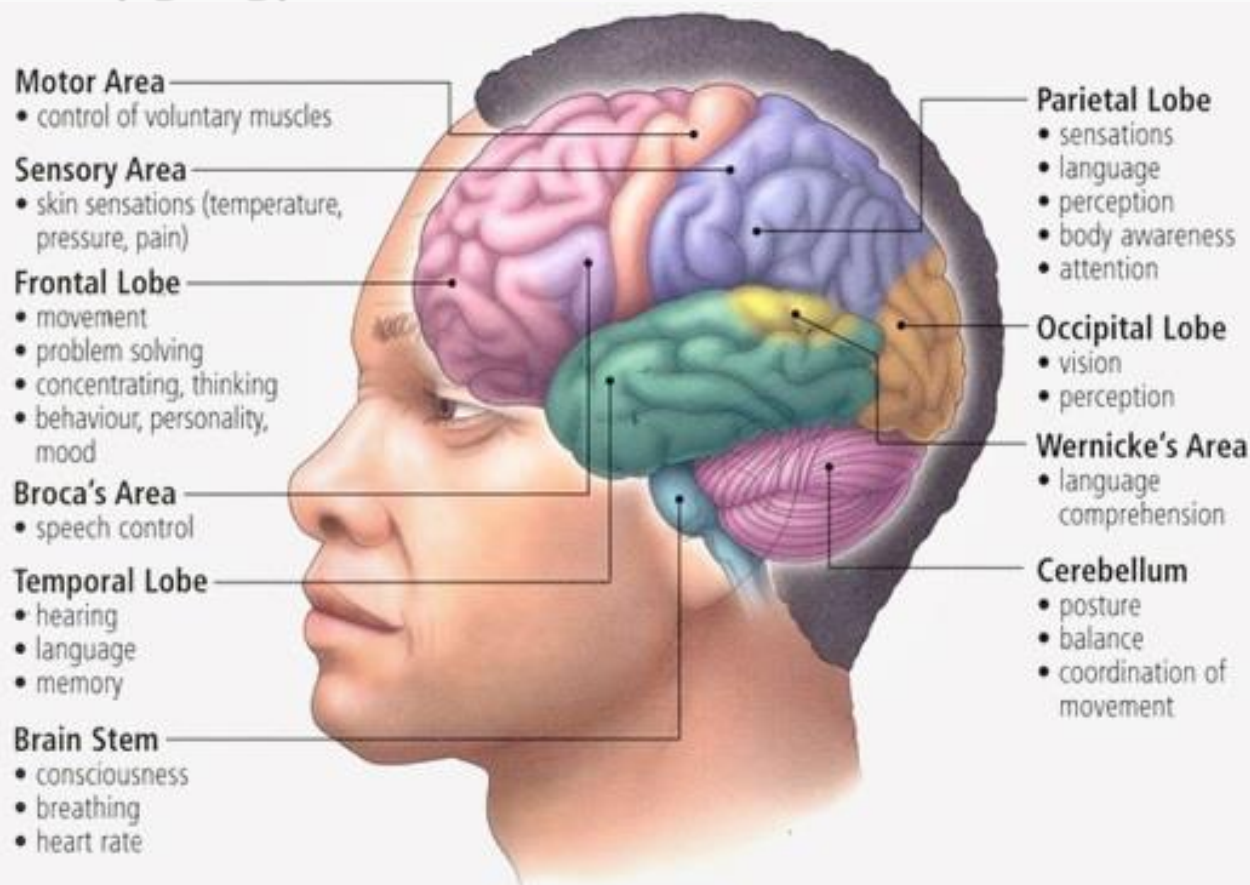
1. Краткая история нейронных сетей
2. Модель многослойного персептрона
3. Алгоритм обратного распространения ошибки

Технострим Mail.ru Group: Data Mining

Введение в Глубокое обучение



Структура мозга человека



Количество нейронов: $86 \cdot 10^9$

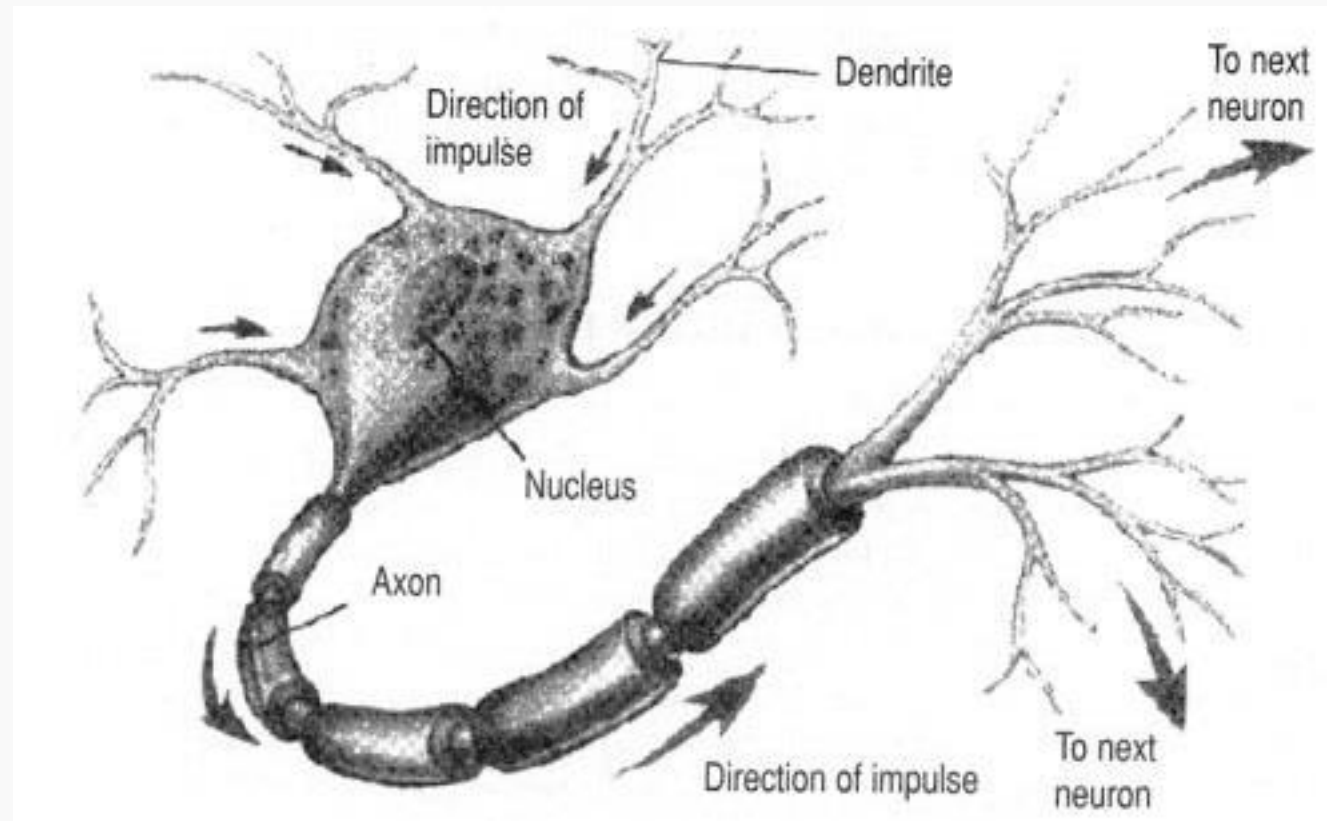
Число транзисторов:

1) GPU Pascal: $15.3 \cdot 10^9$

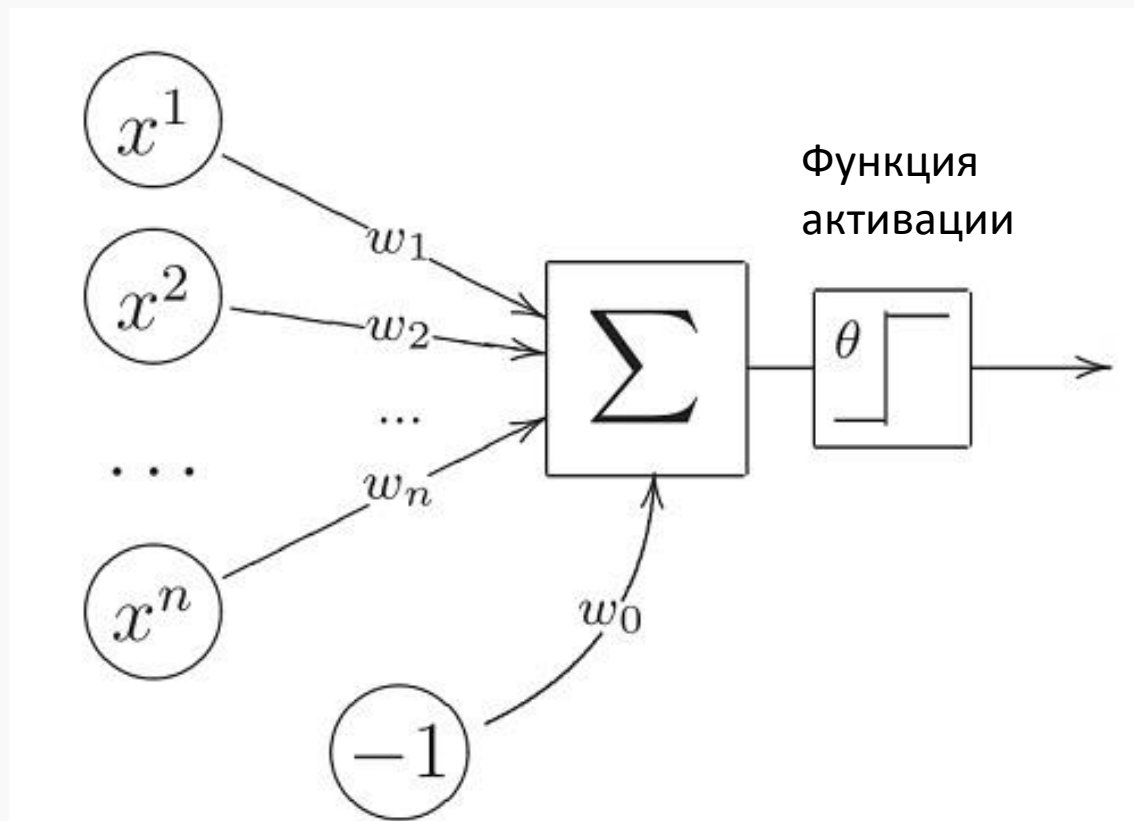
2) Xeon Broadwell-E5: $7.2 \cdot 10^9$

Нейроны обладают нейропластичностью

Биологический нейрон



Нейрон МакКаллока-Питтса (1943 год)



$$y(X) = f\left(\sum_{i=1}^n (w_i x^i) - w_0\right)$$

$f(z)$ - ступенчатая функция Хевисайда.

Модель МакКаллока-Питтса эквивалентна пороговому линейному классификатору

Правила Хебба (1949 год)

В 1949 физиологом Дональдом Олдингсом Хеббом была написана книга «Организация сознания», в которой автор описал процесс адаптирования нейронов в мозге человека в процессе обучения.

Правила Хебба:

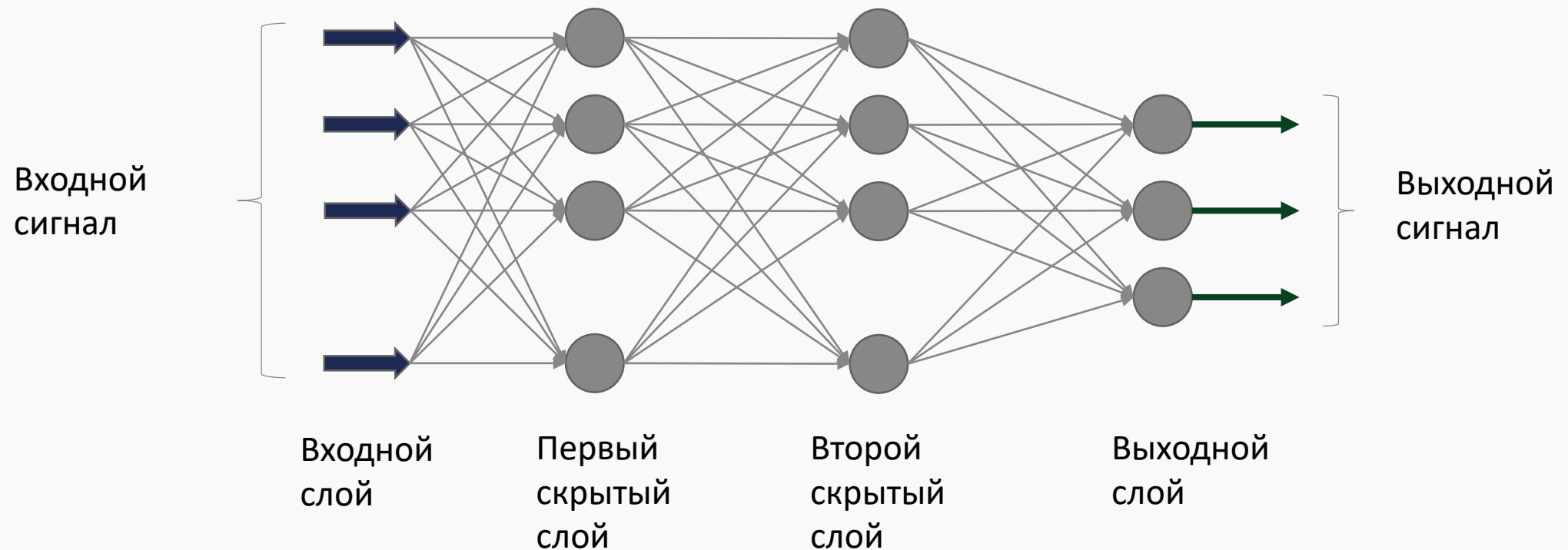
- 1) Если два нейрона по разные стороны от синапсов активируются синхронно, то «вес» синапса слегка возрастает.
- 2) Если два нейрона по разные стороны от синапсов активируются асинхронно, то «вес» синапса слегка ослабевает или синапс удаляется.

Персептрон Розенблатта (1958 год)

В 1958 нейрофизиологом Френком Розенблаттом была предложена модель восприятия информации человеком и названа «персептроном». Реализовал первый нейрокомпьютер «MARK-1»



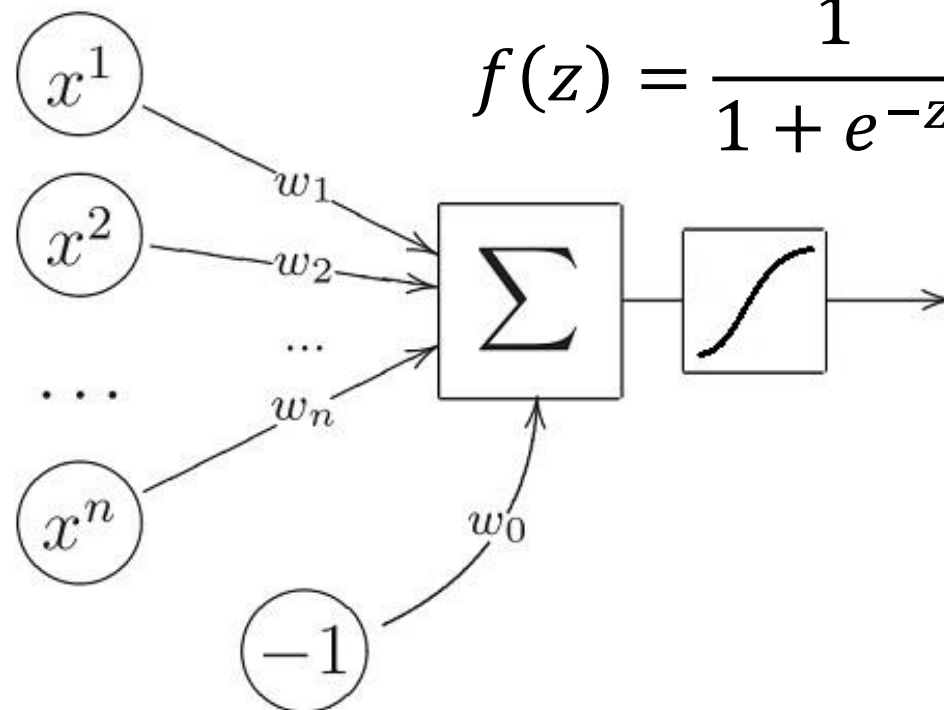
Многослойный персептрон



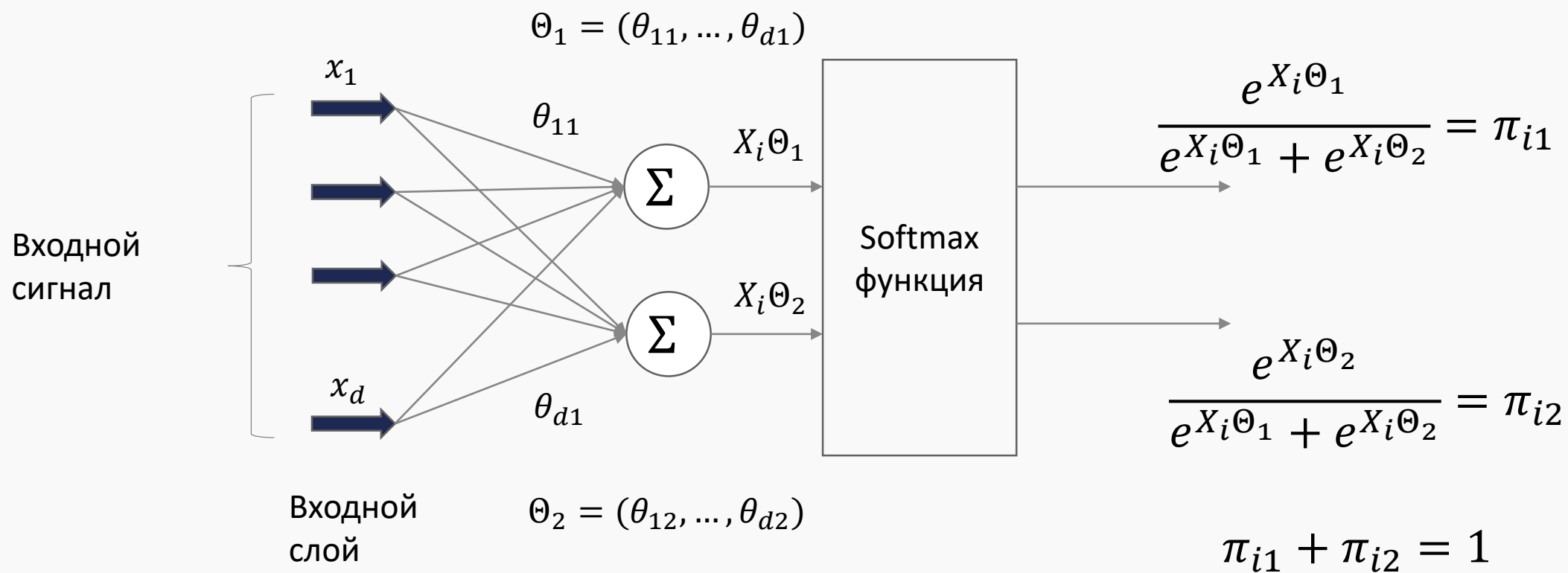
Логистическая регрессия

В качестве функции $f(z)$ возьмём функцию:

$$f(z) = \frac{1}{1 + e^{-z}}$$



Softmax функция



Softmax функция

$$I_c(y_i) = \begin{cases} 1, \text{ если } y_i = C \text{ (метка класса)} \\ 0, \text{ иначе} \end{cases}$$

$$p(y|X\Theta) = \prod_{i=1}^n p(y_i|X_i\Theta) = \prod_{i=1}^n \pi_{i1}^{I_0(y_i)} \pi_{i2}^{I_1(y_i)}$$

$$\text{Если } p(y_i = 1|X_i\Theta) = \pi_{i1}^0 \pi_{i2}^1 = \pi_{i2}^1$$

$$\text{Если } p(y_i = 0|X_i\Theta) = \pi_{i1}^1 \pi_{i2}^0 = \pi_{i1}^1$$

Целевая функция:

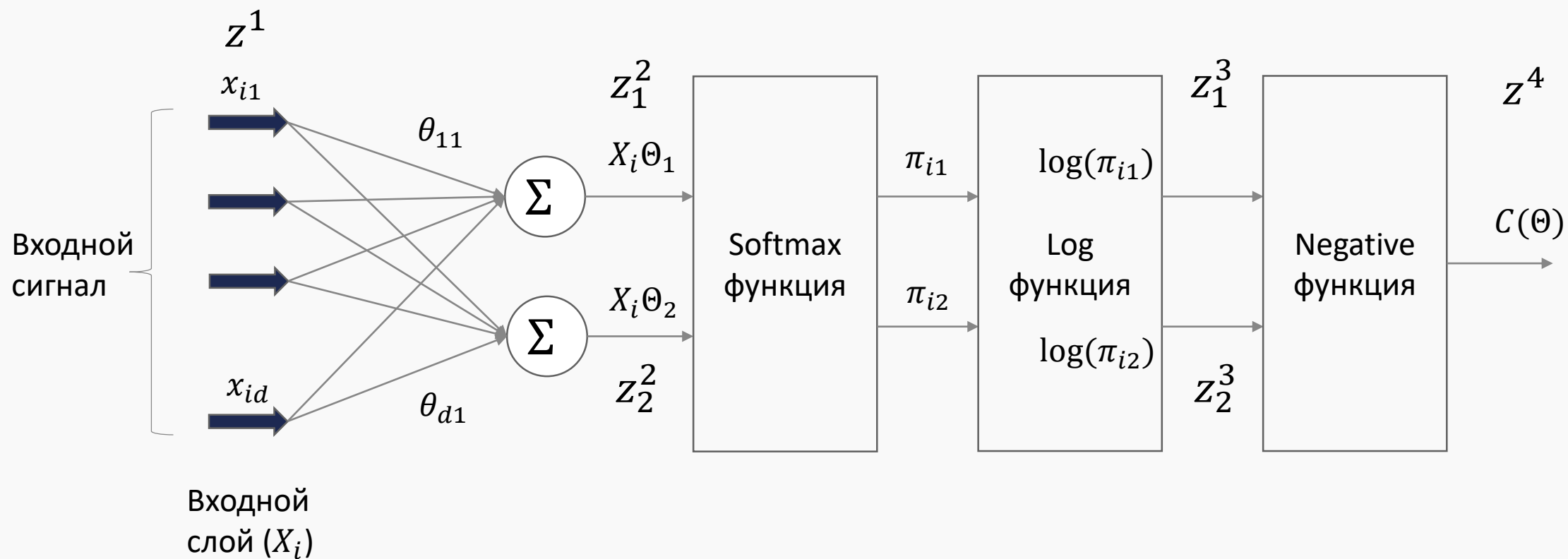
Log Softmax Function (LSF)

$$C(\Theta) = -\log(p(y|X\Theta)) = -\sum_{i=1}^n I_0(y_i) \log(\pi_{i1}) + I_1(y_i) \log(\pi_{i2})$$

Введение в Глубокое обучение



Softmax функция



Softmax функция

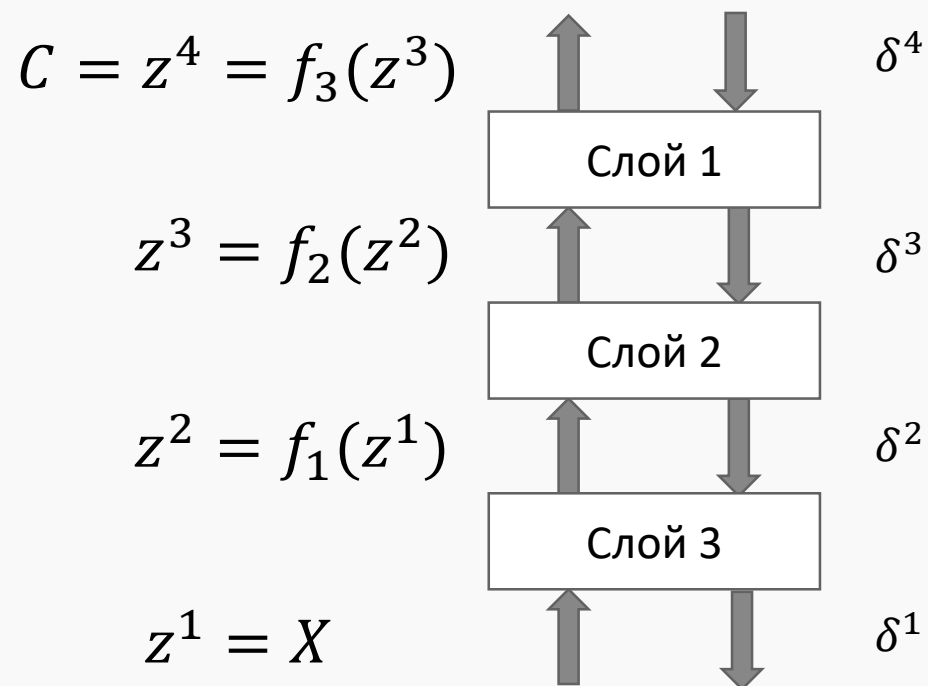
$$C(\Theta) = z^4 \{z_1^3 [z_1^2 (X_i \Theta), z_2^2 (X_i \Theta)], z_2^3 [z_1^2 (X_i \Theta), z_2^2 (X_i \Theta)]\}$$

$$\frac{\partial C(\Theta)}{\partial \theta_{11}} = \frac{\partial z^4}{\partial z_1^3} \frac{\partial z_1^3}{\partial z_1^2} \frac{\partial z_1^2}{\partial \theta_{11}} + \frac{\partial z^4}{\partial z_1^3} \frac{\partial z_1^3}{\partial z_2^2} \frac{\partial z_2^2}{\partial \theta_{11}} + \frac{\partial z^4}{\partial z_2^3} \frac{\partial z_2^3}{\partial z_1^2} \frac{\partial z_1^2}{\partial \theta_{11}} + \frac{\partial z^4}{\partial z_2^3} \frac{\partial z_2^3}{\partial z_2^2} \frac{\partial z_2^2}{\partial \theta_{11}}$$

$$z = f(x(u, v), y(u, v))$$

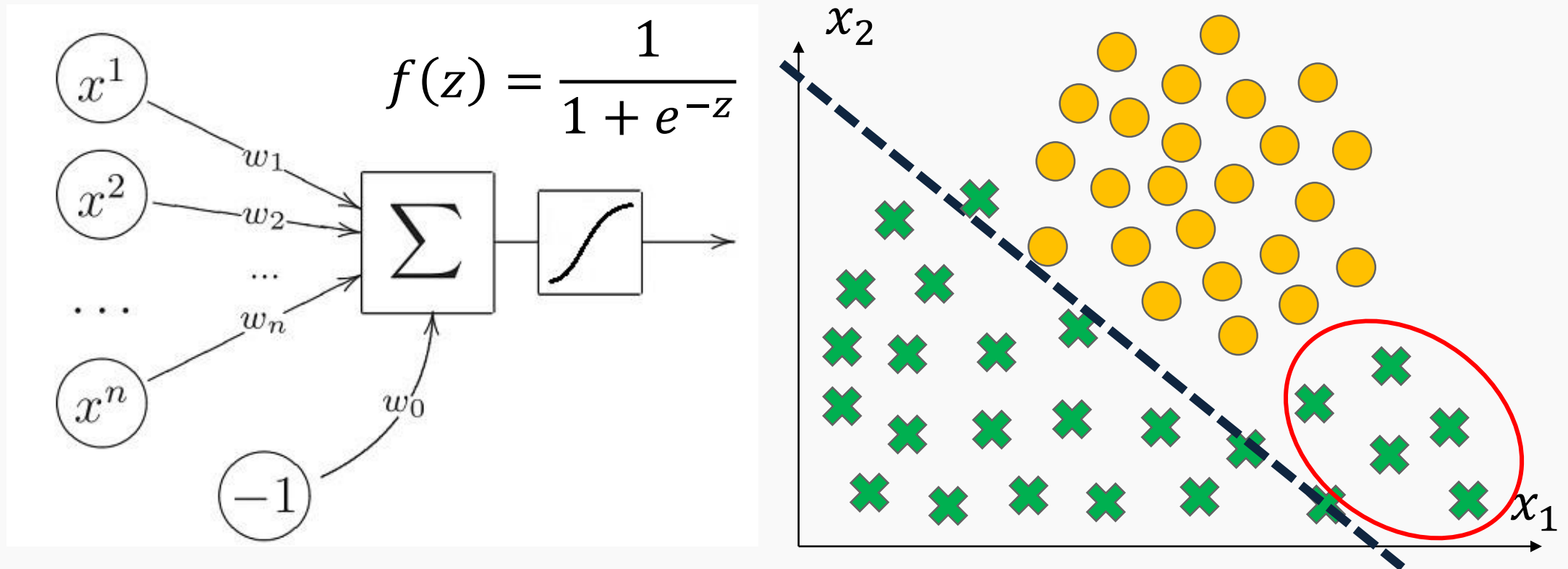
$$\frac{\partial z}{\partial u} = \frac{\partial z}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial u} + \frac{\partial z}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial u}$$

Метод обратного распространения ошибки



$$\begin{aligned}\delta_i^L &= \frac{\partial C}{\partial z_i^L} = \sum_j \frac{\partial C}{\partial z_j^{L+1}} \frac{\partial z_j^{L+1}}{\partial z_i^L} = \\ &= \sum_j \delta_j^{L+1} \frac{\partial z_j^{L+1}}{\partial z_i^L}\end{aligned}$$

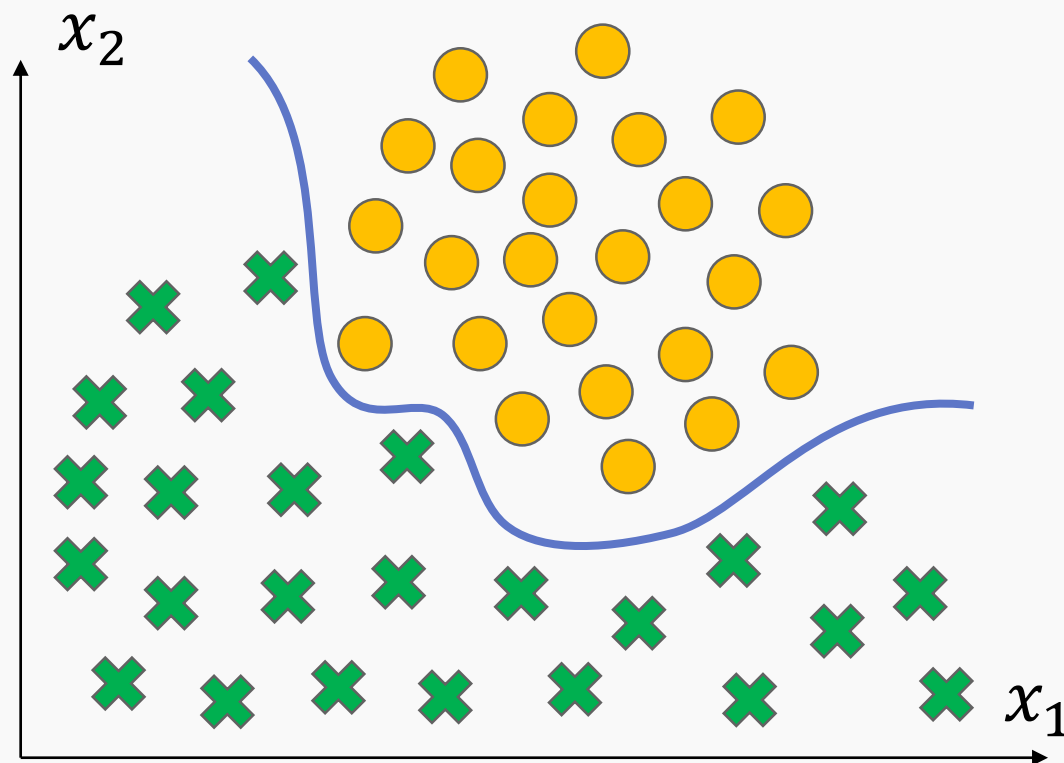
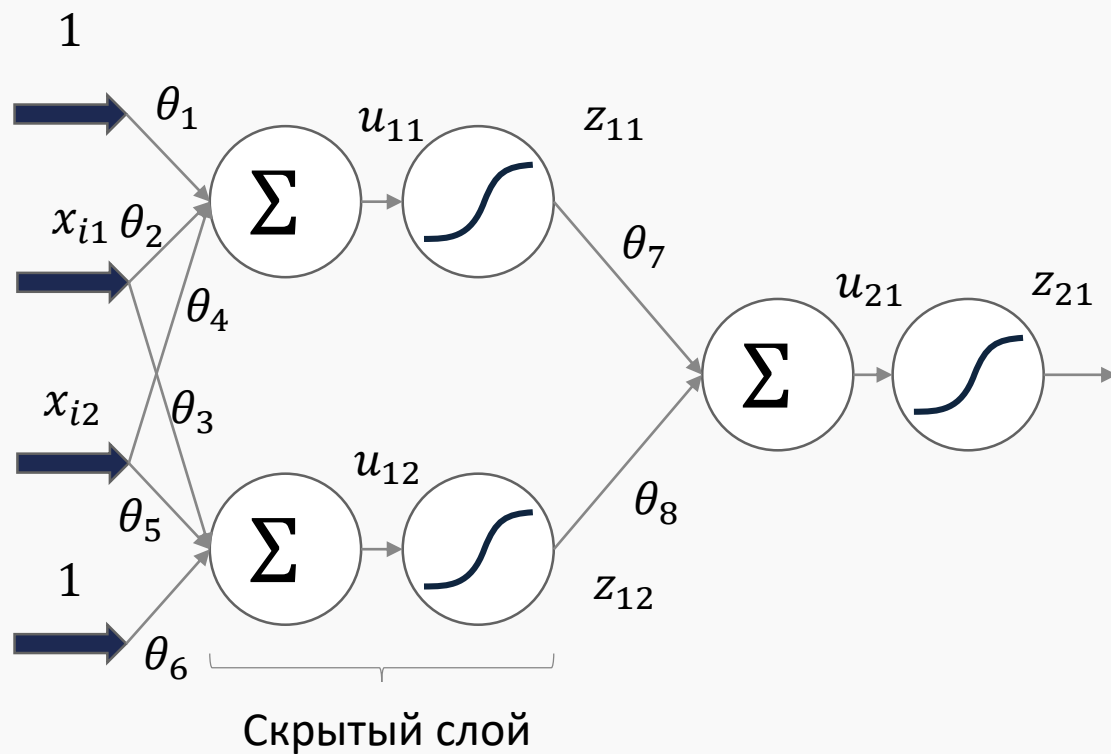
Логистическая регрессия



Введение в Глубокое обучение



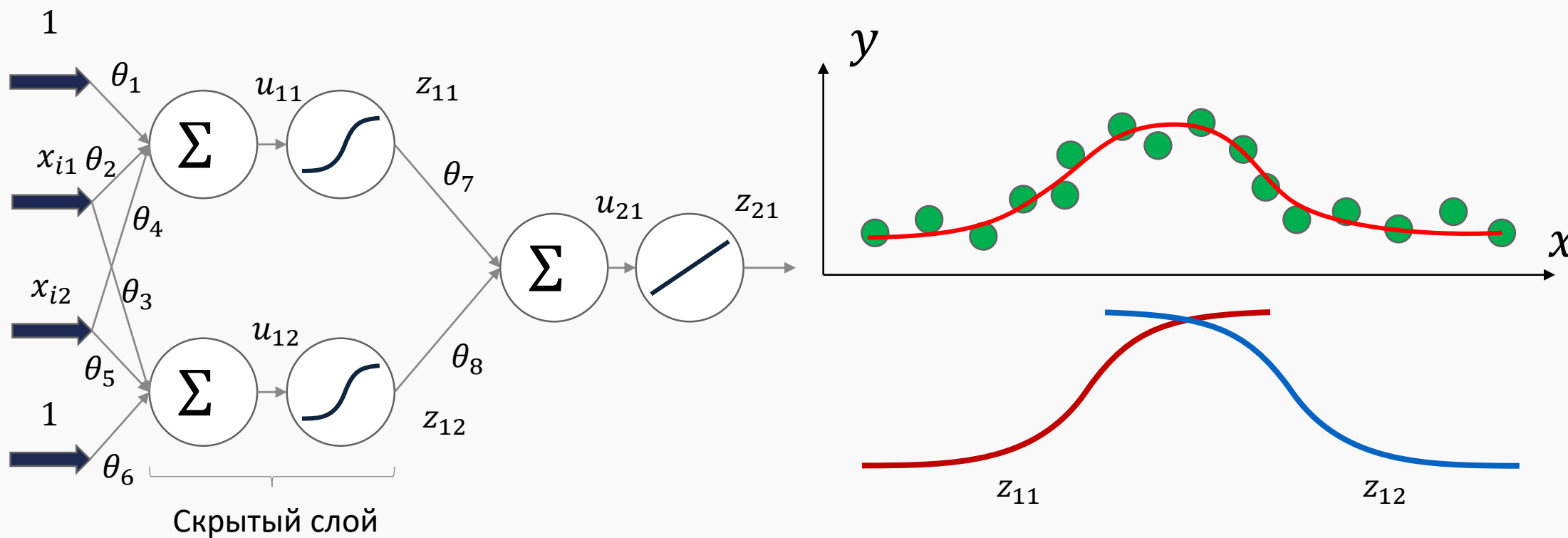
Многослойный персептрон (MLP)



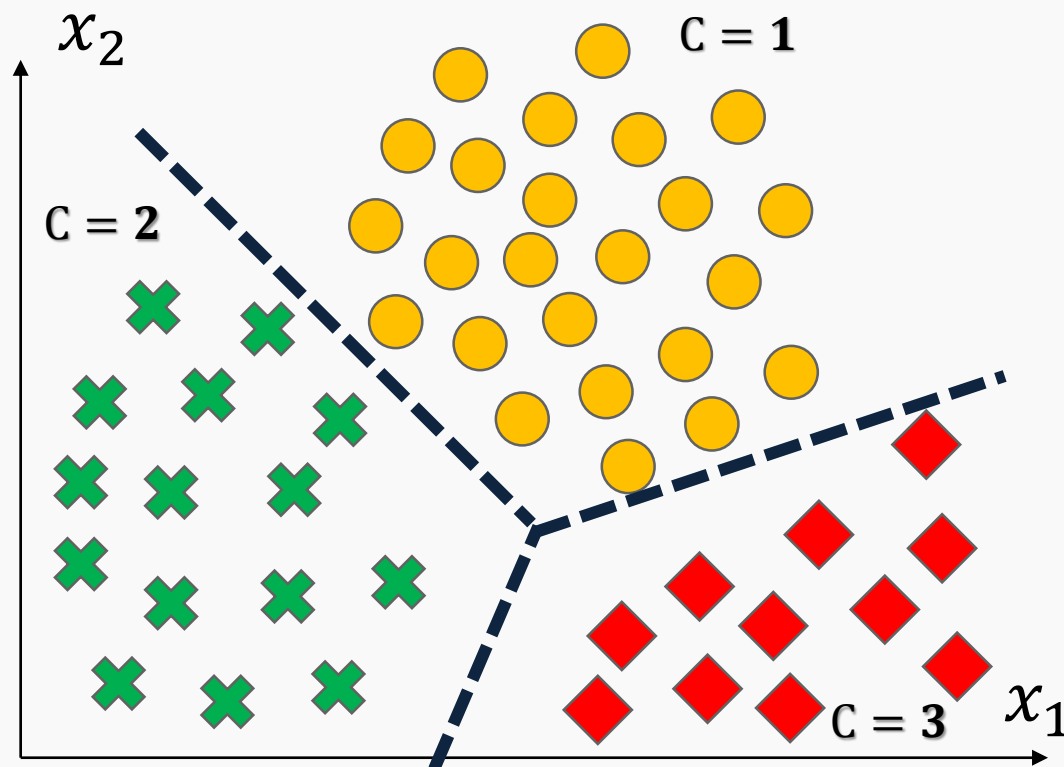
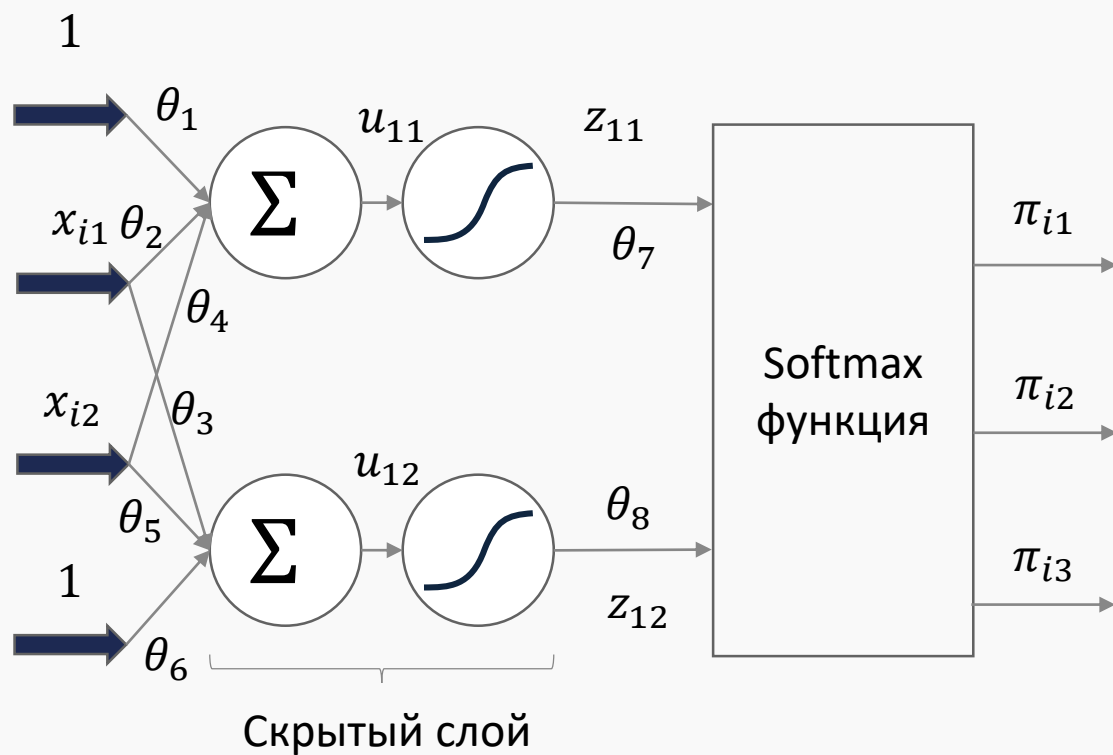
Введение в Глубокое обучение



Многослойный персептрон (MLP) Решаем задачу регрессии



Многослойный персептрон (MLP)



Многослойный персептрон (MLP)

Обработка изображений

