

Современное машинное
обучение:
как компьютеры генерируют
картинки и играют в игры

Евгений Соколов

Факультет компьютерных наук НИУ ВШЭ

О чём вообще это всё?

Правилочный машинный перевод

- Как сделать сервис для перевода, если надо прямо сейчас?

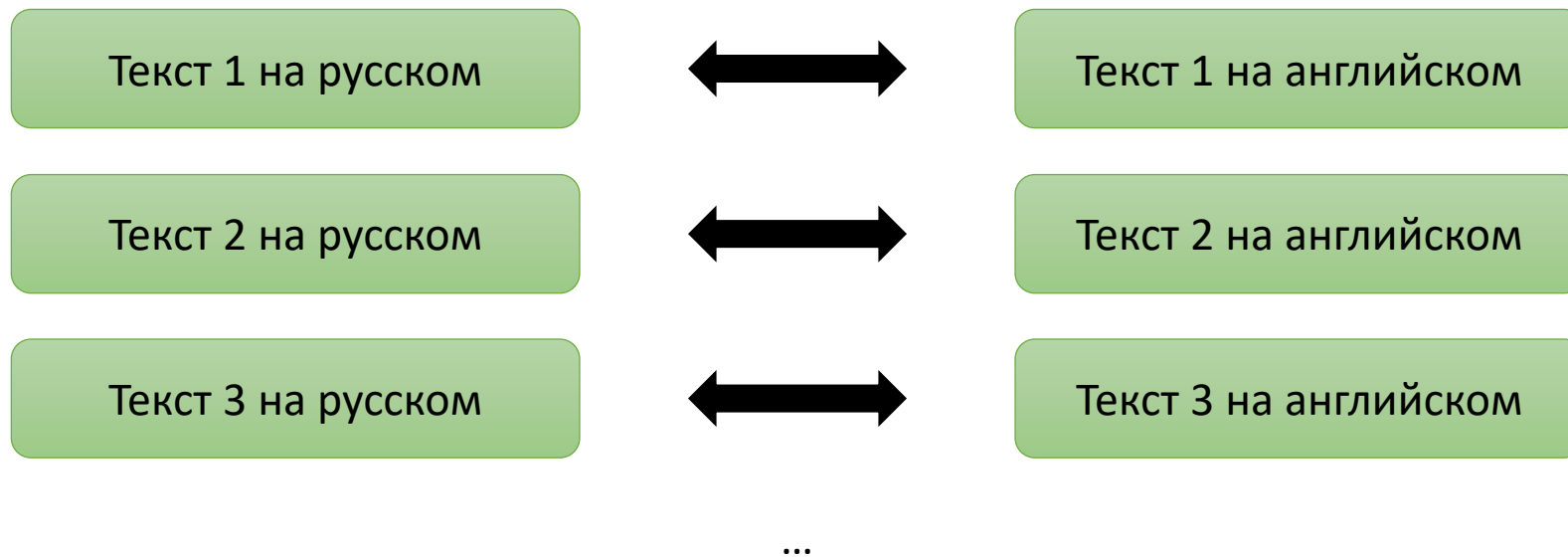
Правилочный машинный перевод

- Как сделать сервис для перевода, если надо прямо сейчас?
- Перевод по словам
- Грамматические правила

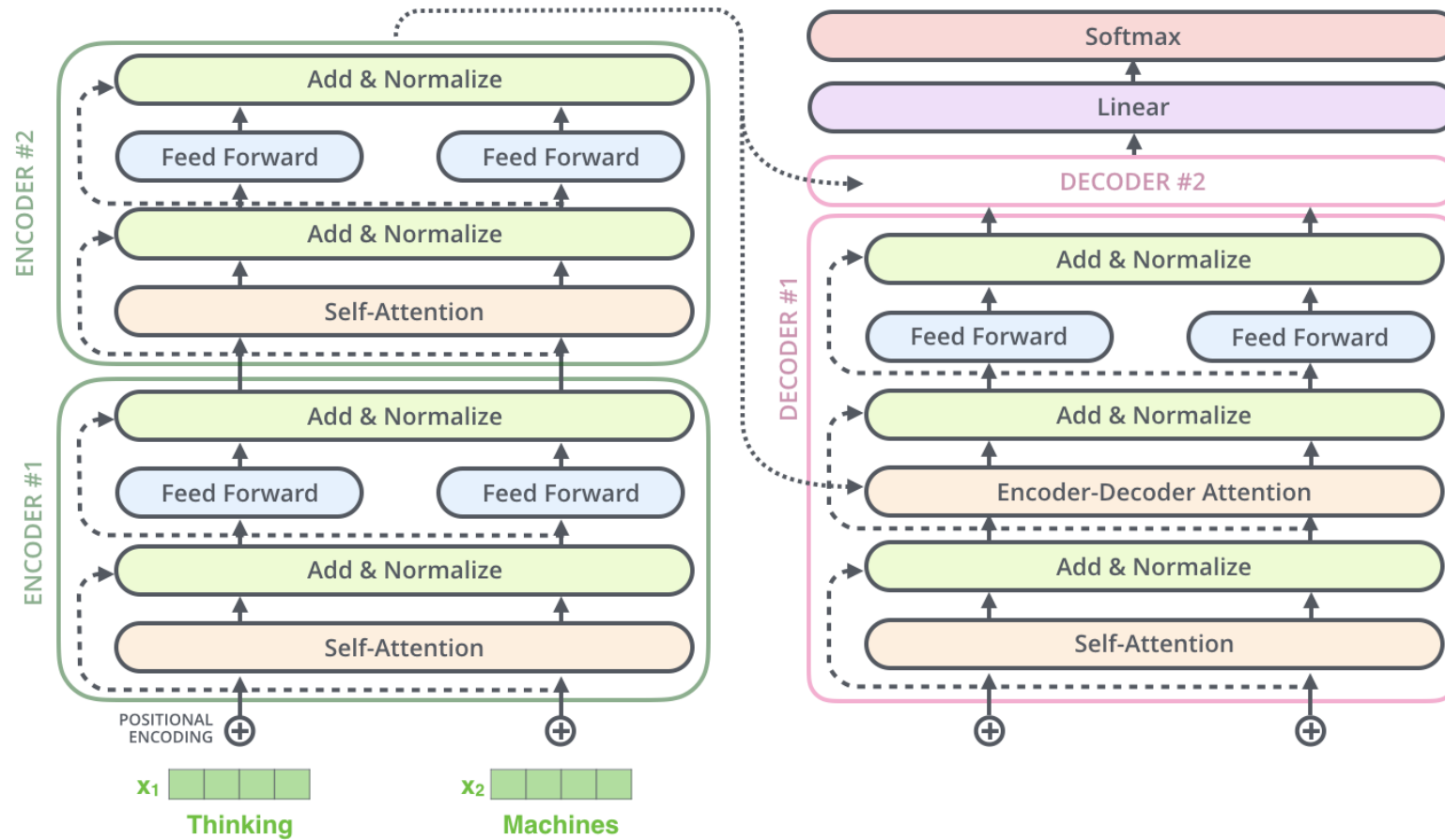
Правилый машинный перевод



Идея: идти от данных, а не от правил



Нейросетевой машинный перевод



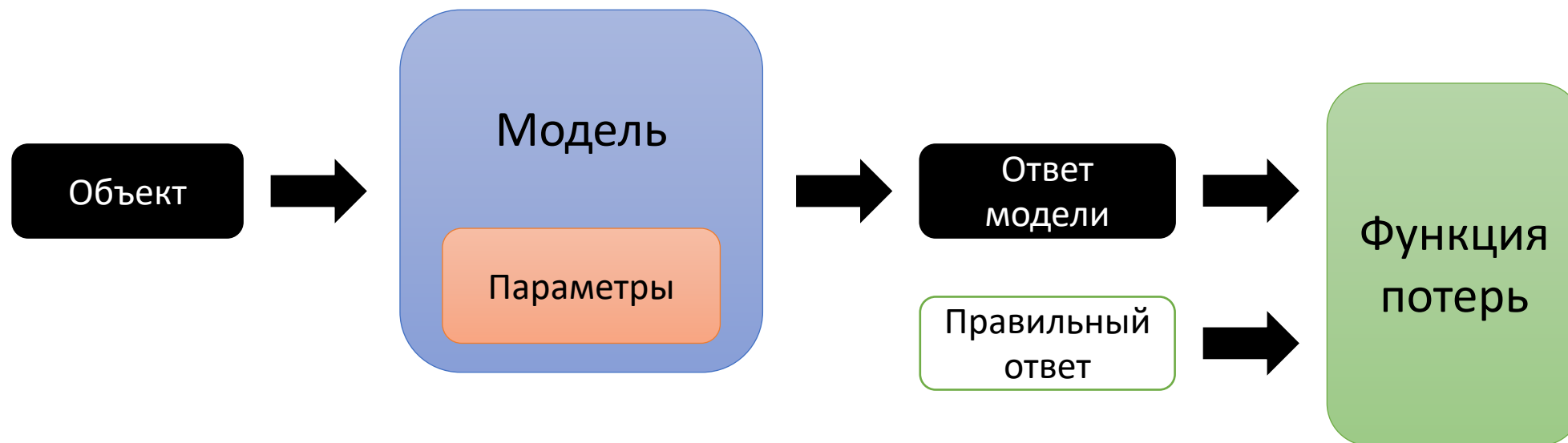
Теперь более строго

Общая схема

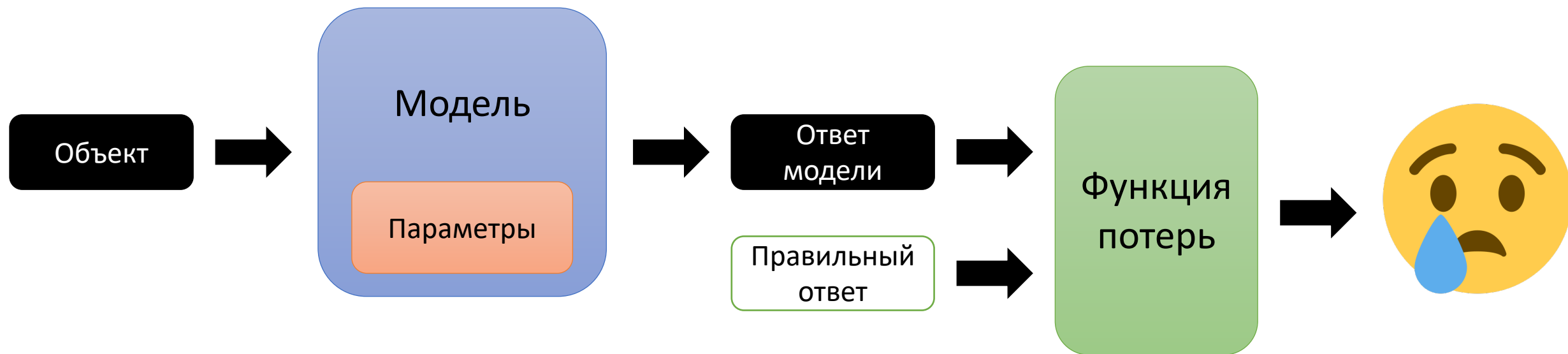


- Модель — формула или алгоритм для решения задачи
- Параметры — «ручки», влияющие на поведение модели

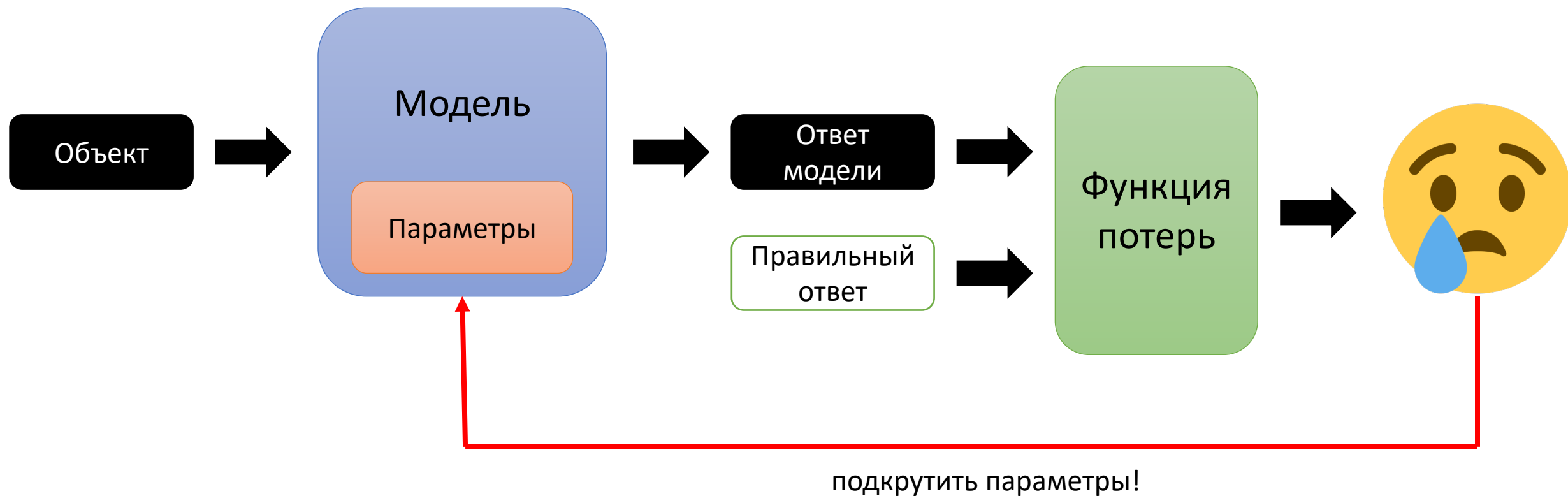
Общая схема



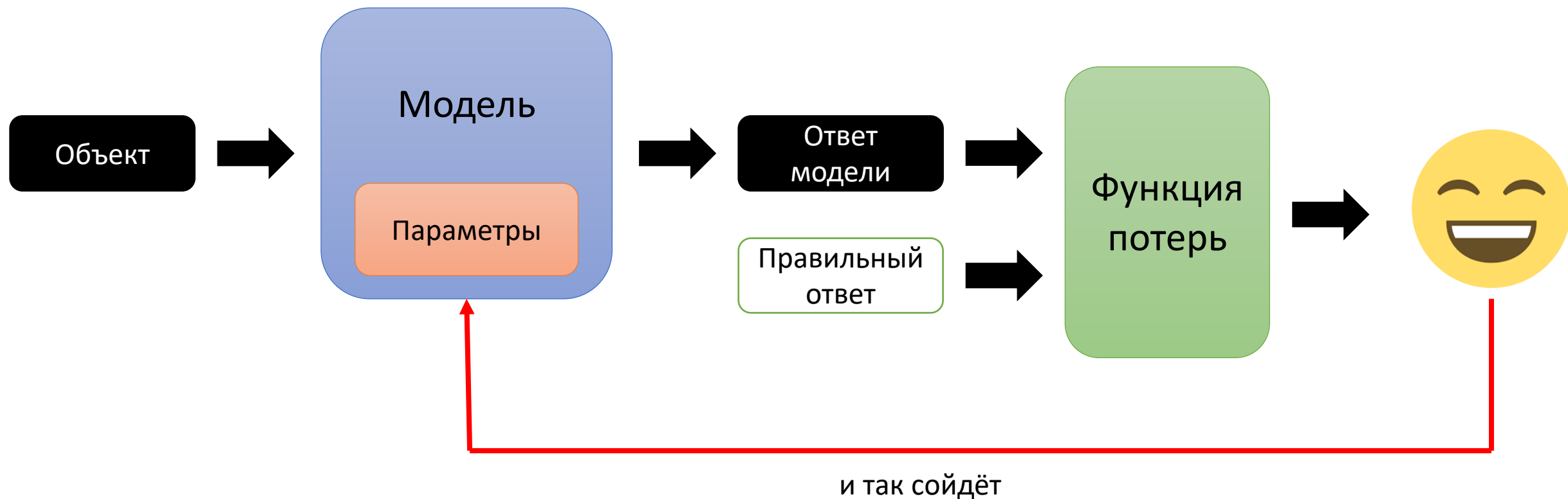
Общая схема



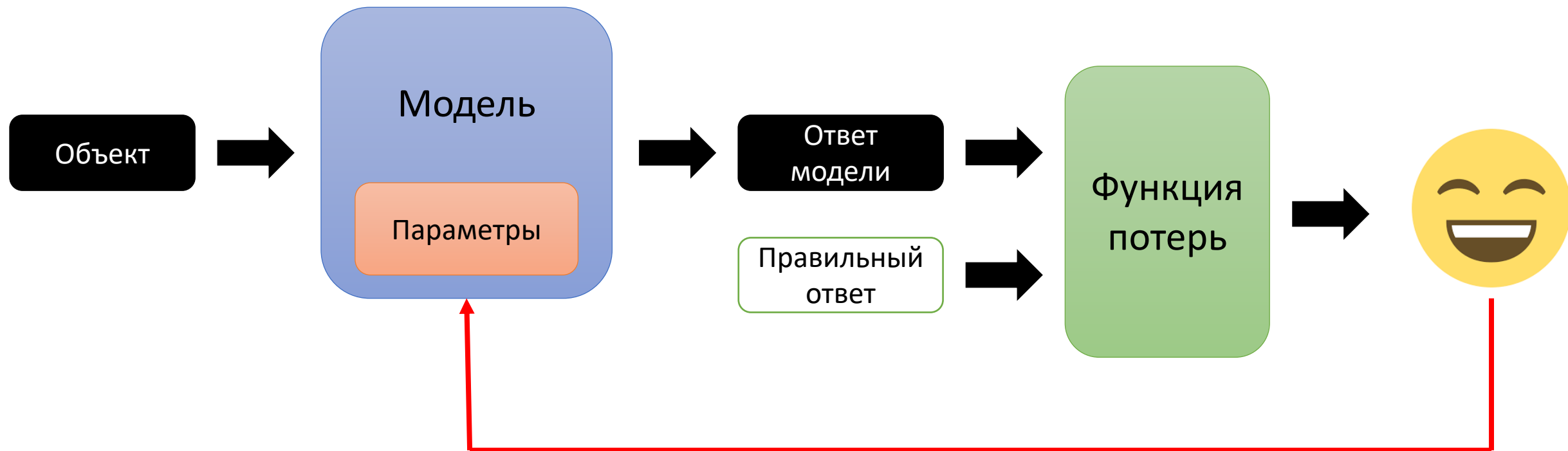
Общая схема



Общая схема



Общая схема

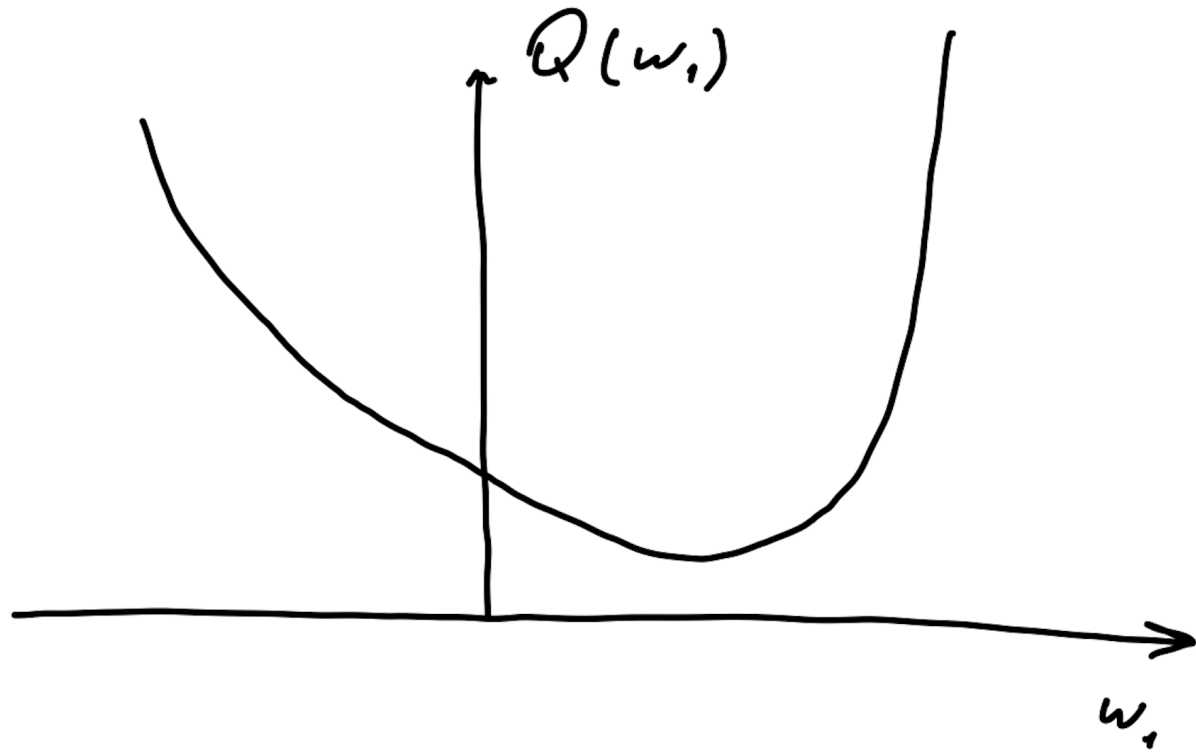


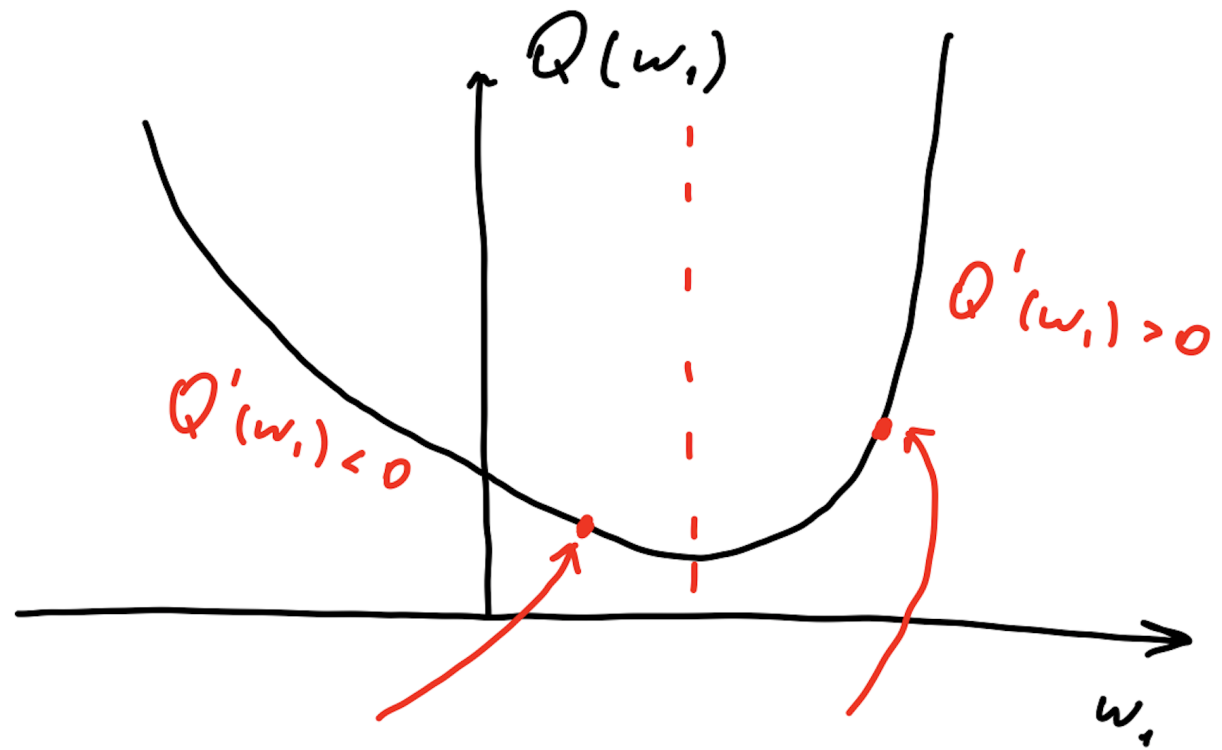
По очереди проделываем для всей выборки, пока ошибка уменьшается

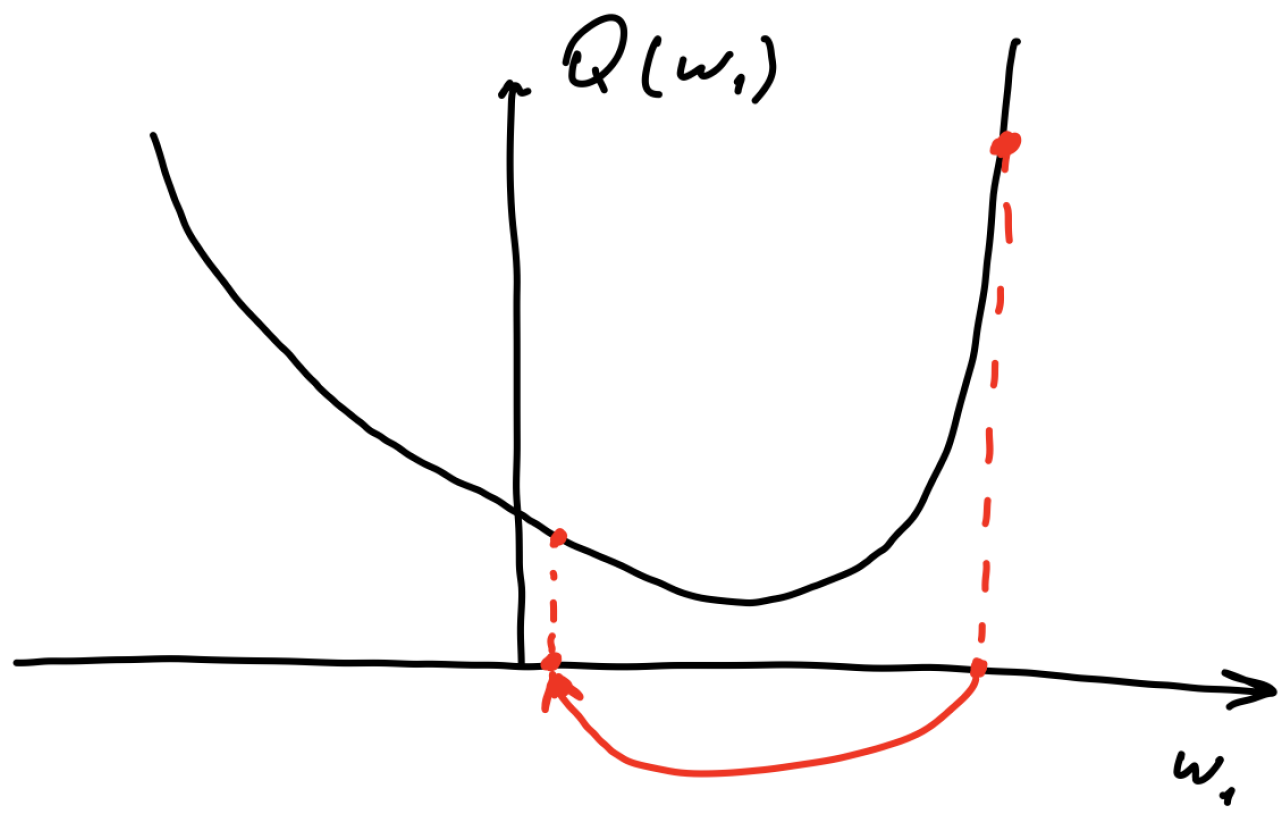
Более формально

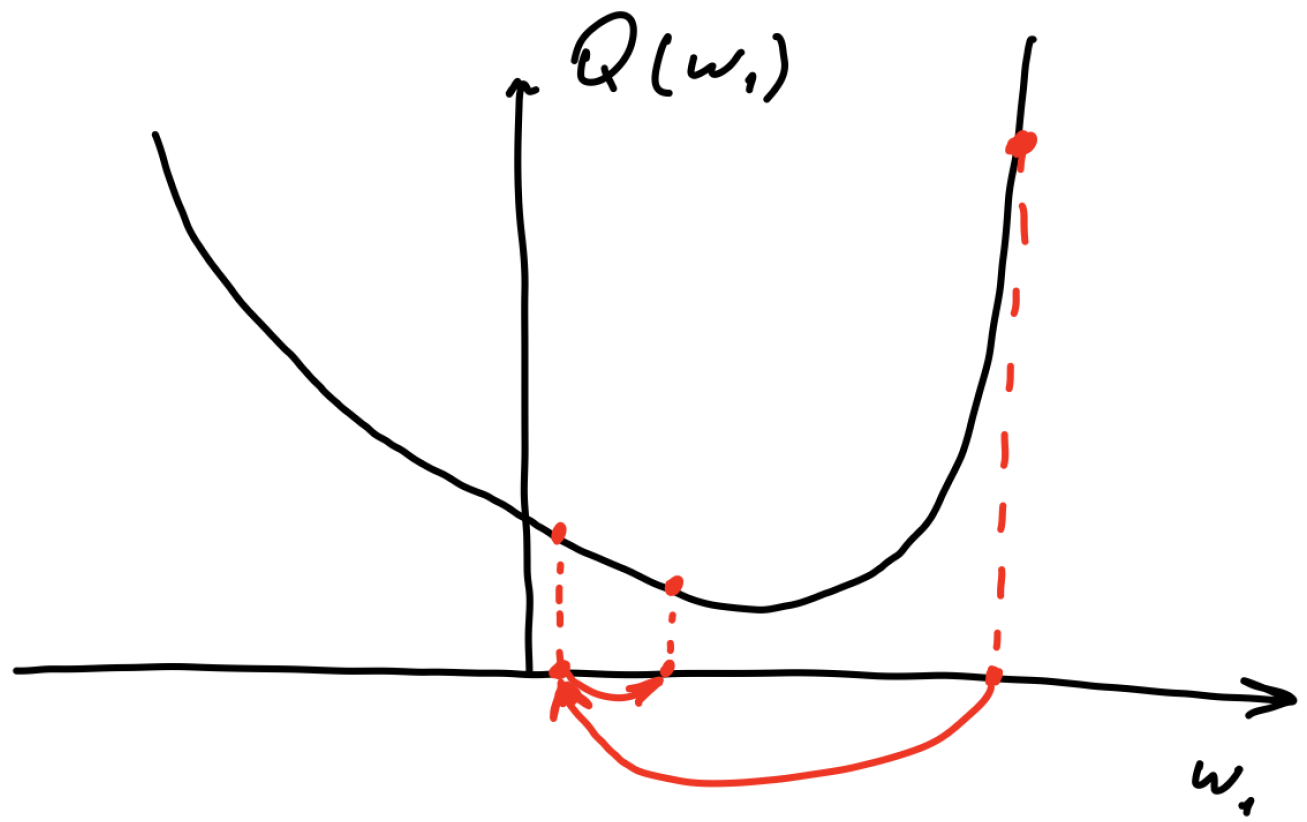
$$Q(w) = \sum_{i=1}^{\ell} L(y_i, a(x_i, w)) \rightarrow \min_w$$

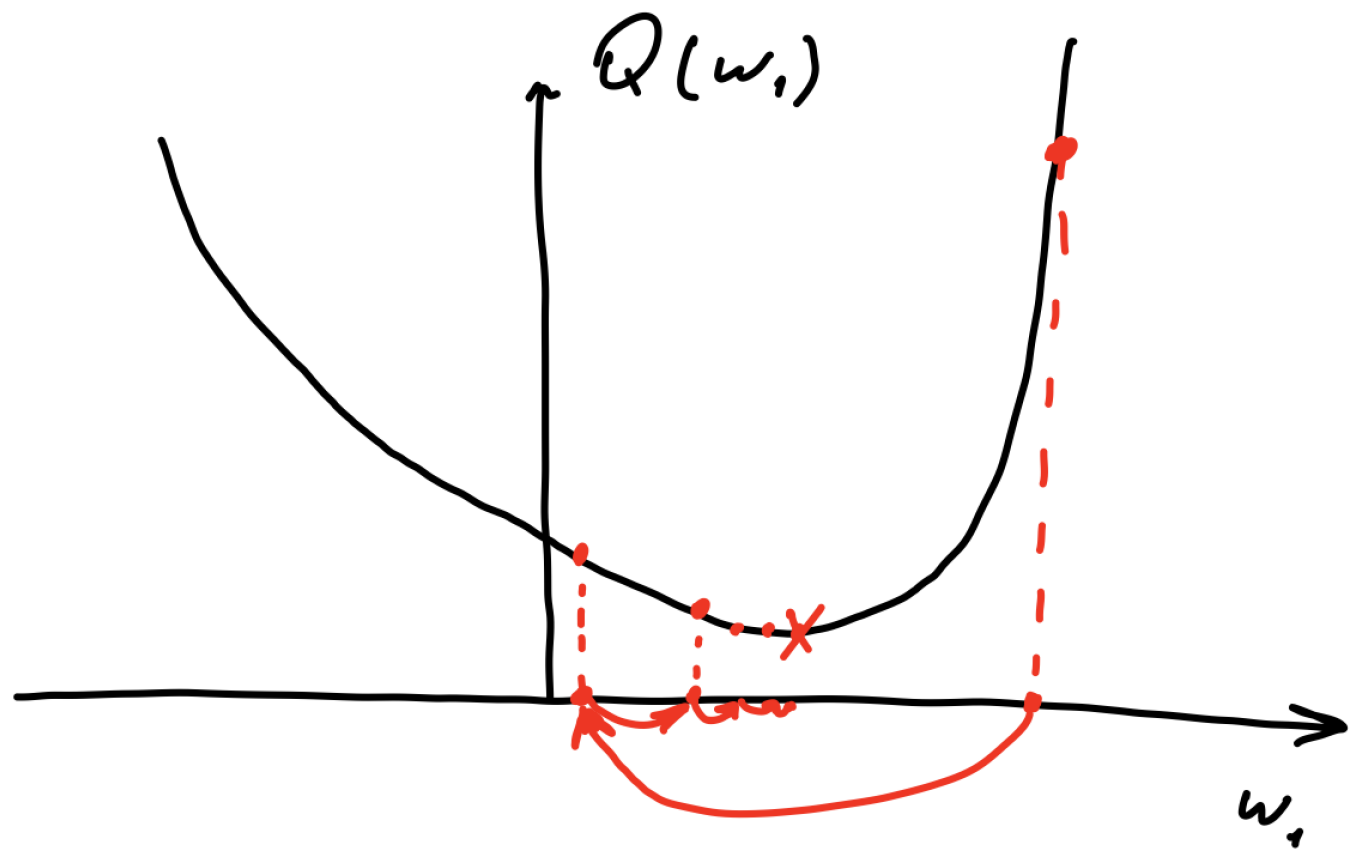
- x_i, y_i — объект и правильный ответ
- $a(x, w)$ — модель с параметрами w
- $L(y, z)$ — функция потерь

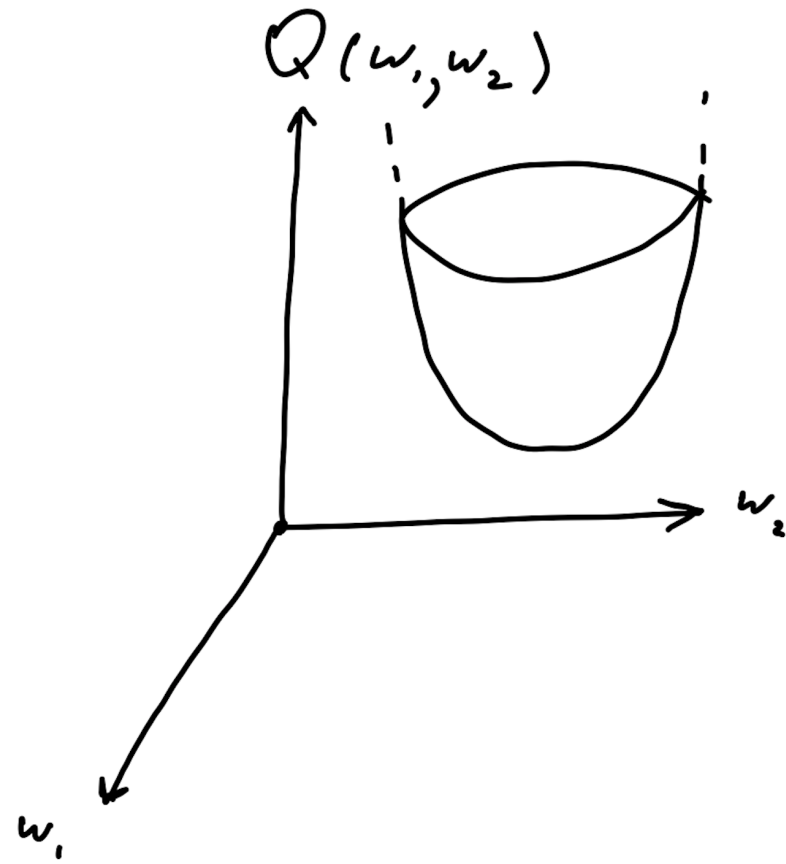


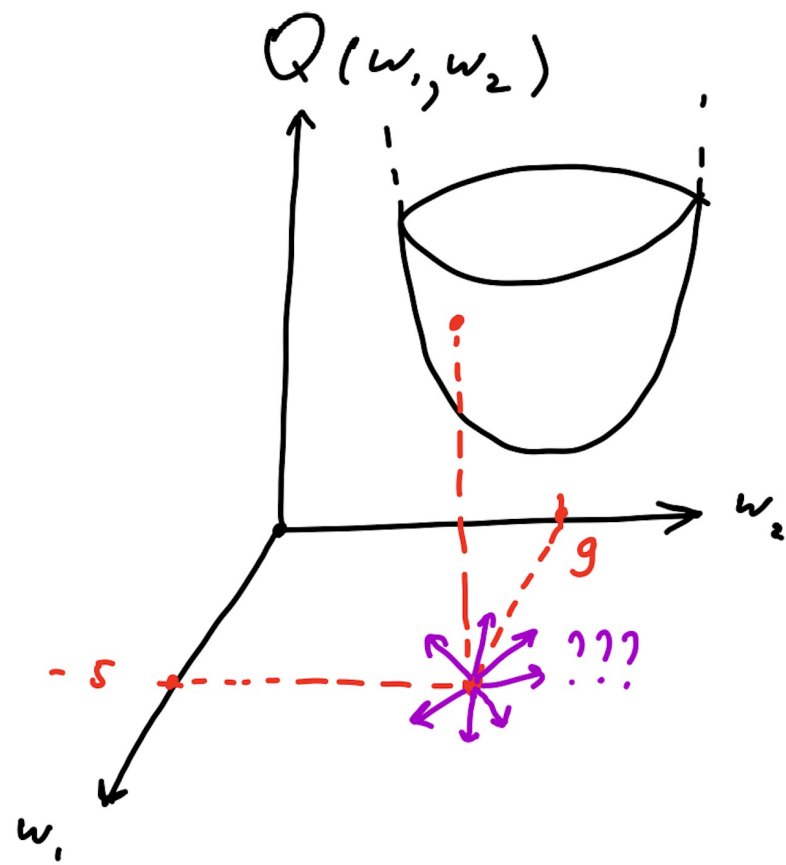


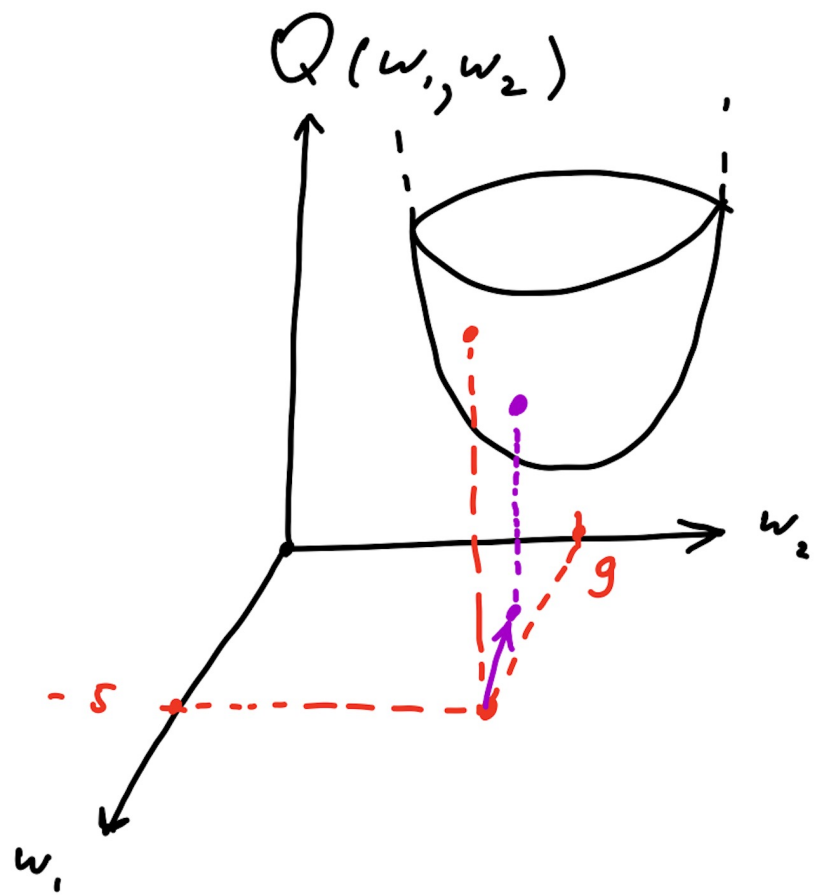


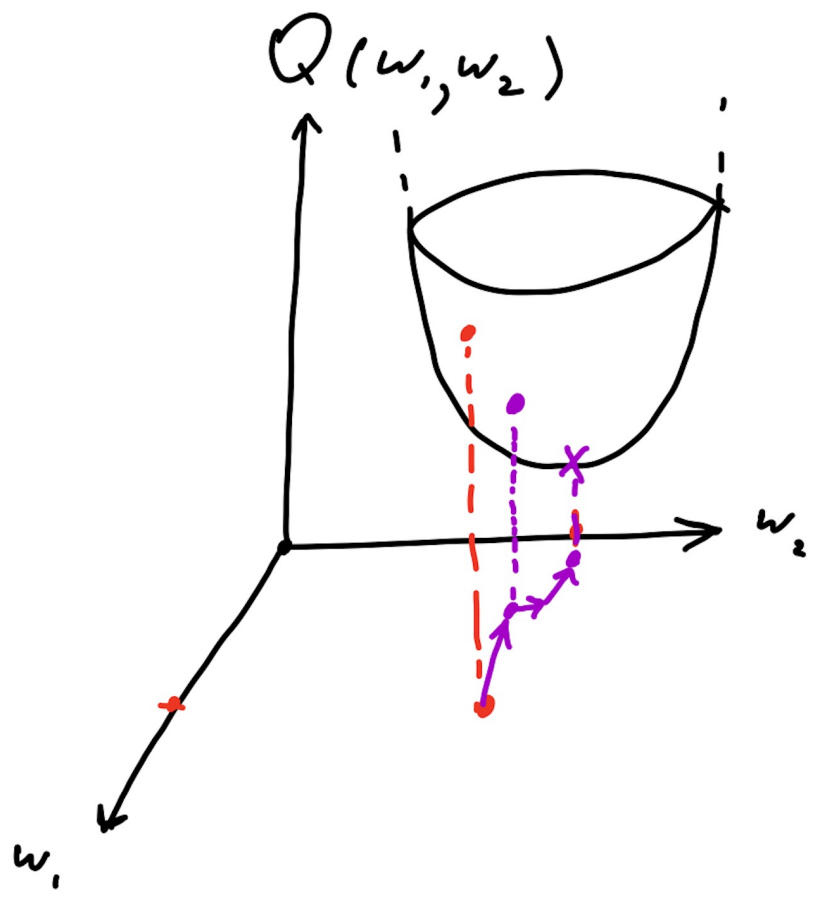








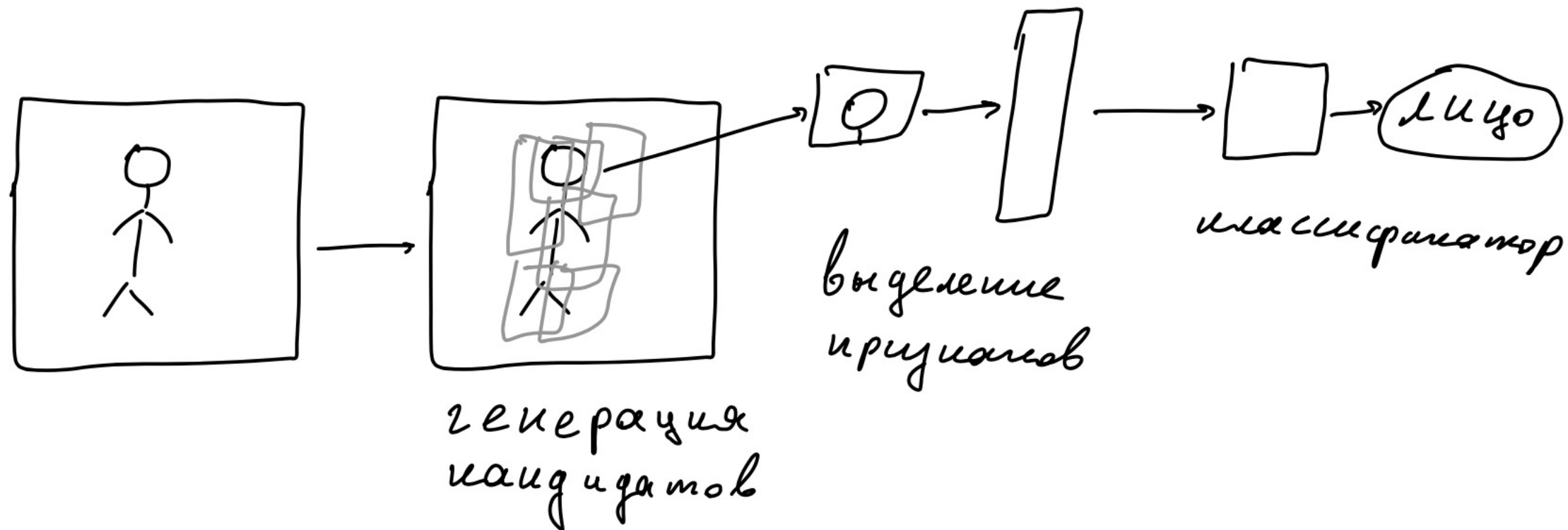




Как работать с
изображениями?

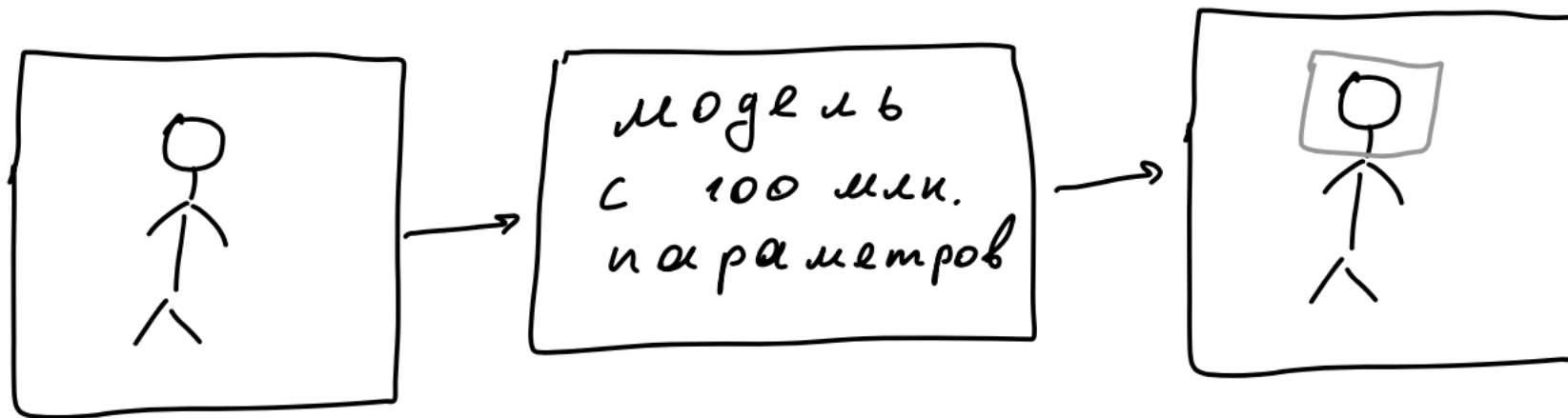
Принцип 1: end-to-end обучение

Детекция объектов раньше:



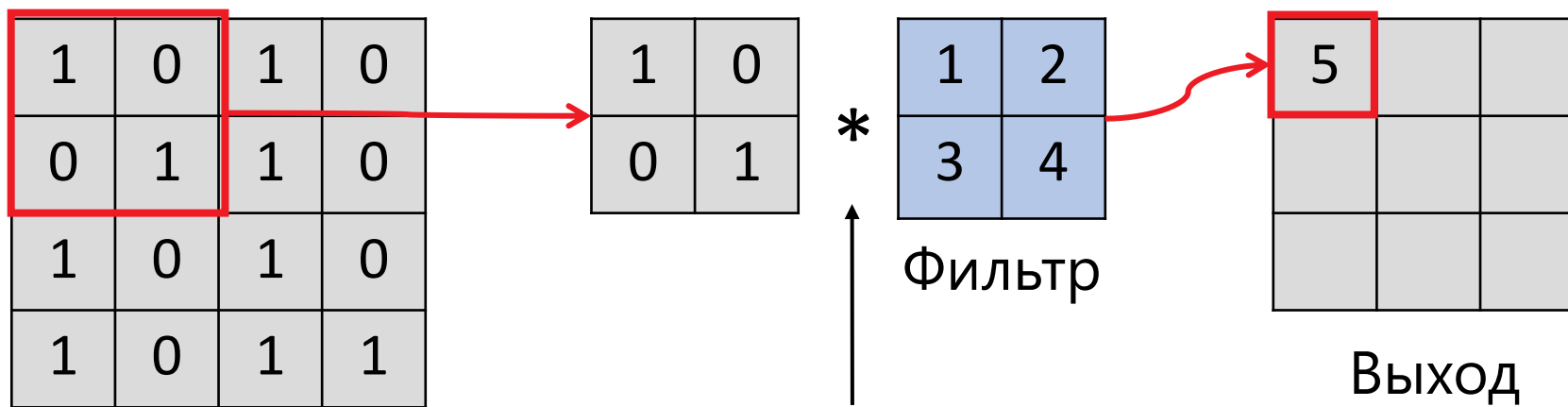
Принцип 1: end-to-end обучение

Детекция объектов сегодня:



Принцип 2: многократное извлечение признаков

Свёртка

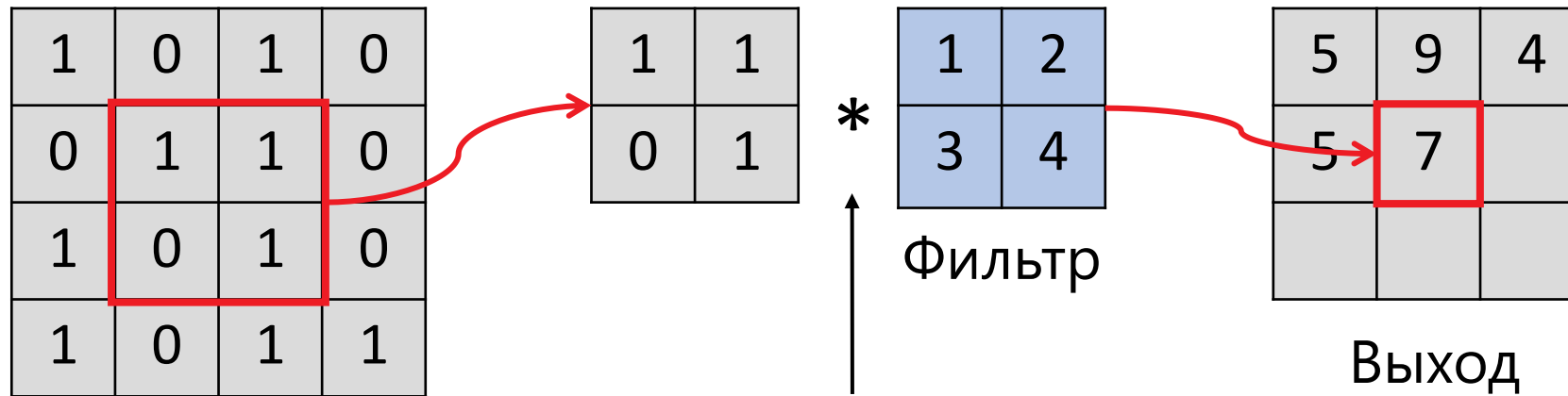


Вход

*Поэлементное
умножение,
затем
суммирование*

Выход

Свёртка



*Поэлементное
умножение,
затем
суммирование*

Свёртка

$$\begin{array}{|c|c|} \hline 1 & 1 \\ \hline 0 & 1 \\ \hline \end{array} * \begin{array}{|c|c|} \hline 1 & 0 \\ \hline 0 & 1 \\ \hline \end{array} = \boxed{2}$$

$$\begin{array}{|c|c|} \hline 1 & 1 \\ \hline 1 & 1 \\ \hline \end{array} * \begin{array}{|c|c|} \hline 1 & 0 \\ \hline 0 & 1 \\ \hline \end{array} = \boxed{2}$$

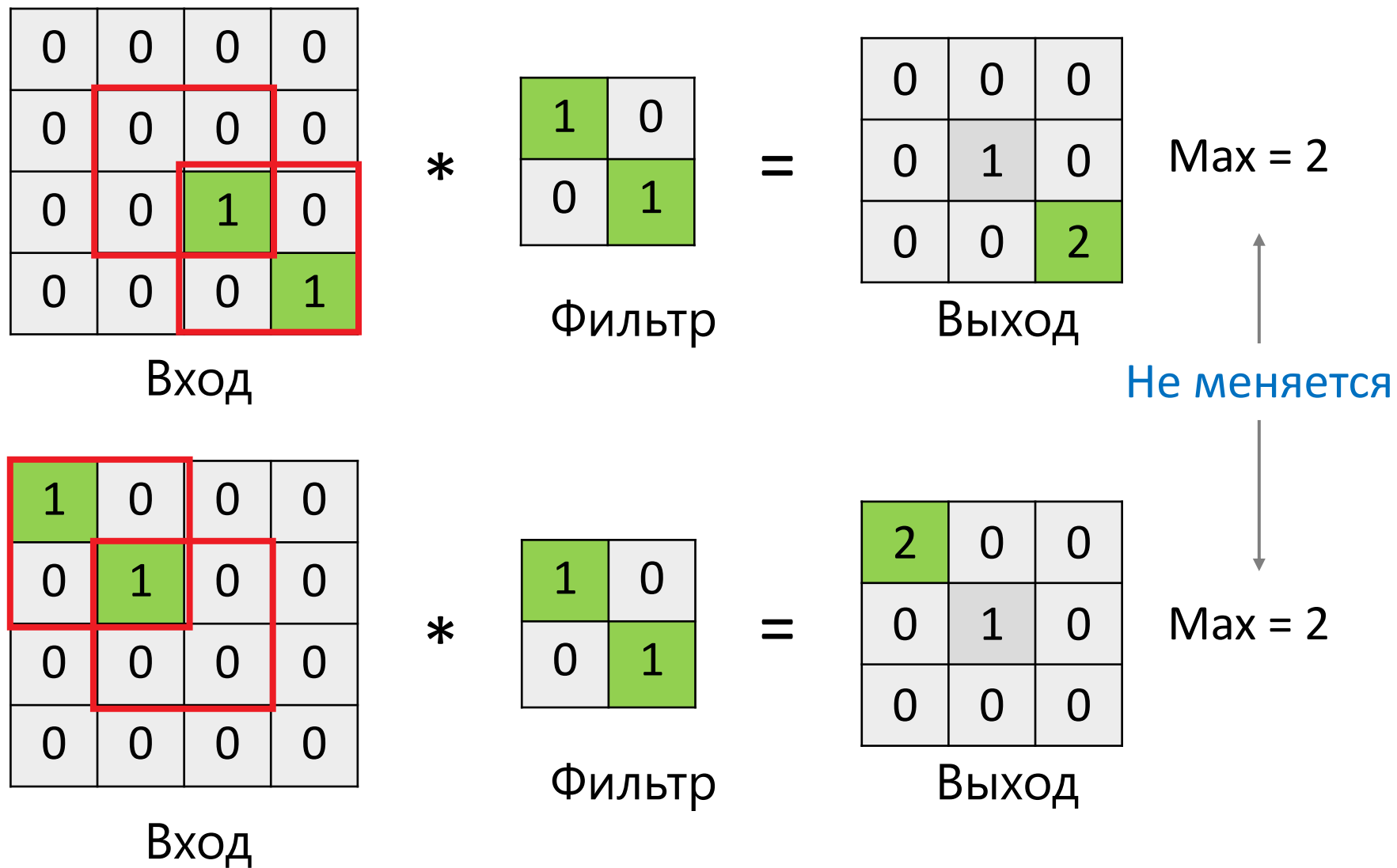
$$\begin{array}{|c|c|} \hline 3 & 0 \\ \hline 0 & 3 \\ \hline \end{array} * \begin{array}{|c|c|} \hline 1 & 0 \\ \hline 0 & 1 \\ \hline \end{array} = \boxed{6}$$

$$\begin{array}{|c|c|} \hline 1 & 2 \\ \hline 3 & 0 \\ \hline \end{array} * \begin{array}{|c|c|} \hline 1 & 0 \\ \hline 0 & 1 \\ \hline \end{array} = \boxed{1}$$

$$\begin{array}{|c|c|} \hline 5 & 0 \\ \hline 0 & 5 \\ \hline \end{array} * \begin{array}{|c|c|} \hline 1 & 0 \\ \hline 0 & 1 \\ \hline \end{array} = \boxed{10}$$

$$\begin{array}{|c|c|} \hline 0 & 2 \\ \hline 3 & 0 \\ \hline \end{array} * \begin{array}{|c|c|} \hline 1 & 0 \\ \hline 0 & 1 \\ \hline \end{array} = \boxed{0}$$

Максимум свёртки инвариантен к сдвигам

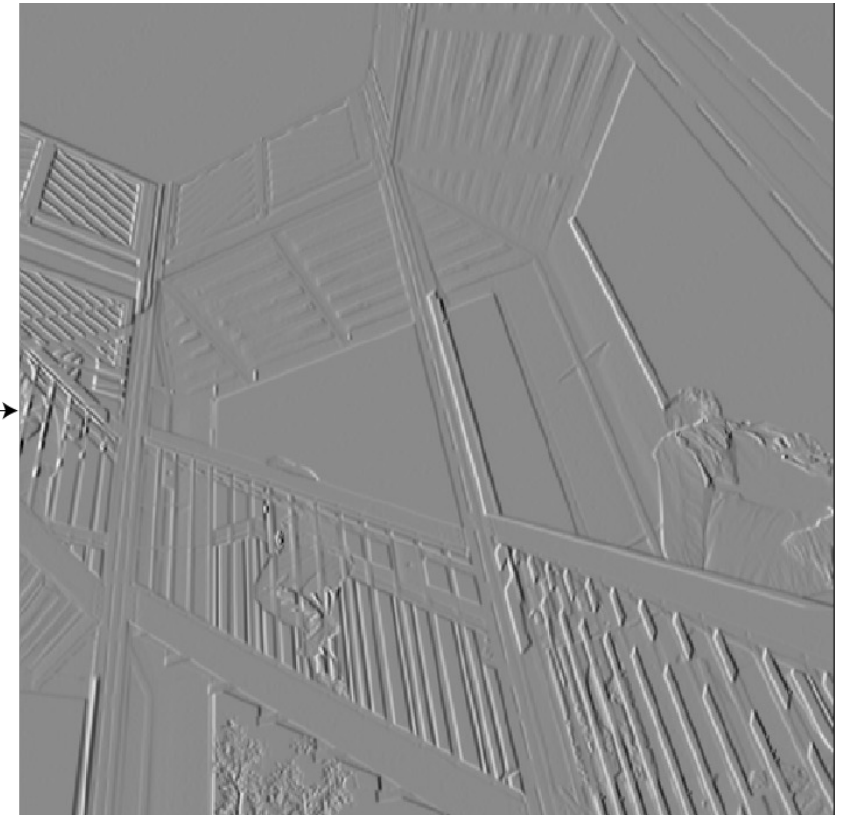


Свёртки в компьютерном зрении



$$\begin{bmatrix} +1 & 0 & -1 \\ +2 & 0 & -2 \\ +1 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

Horizontal Sobel kernel



Свёртки в компьютерном зрении



•0	•0	•0
•0	•1	•0
•0	•0	•0

+

•0	•0	•0
•0	•1	•0
•0	•0	•0

$-\frac{1}{9}$

•1	•1	•1
•1	•1	•1
•1	•1	•1

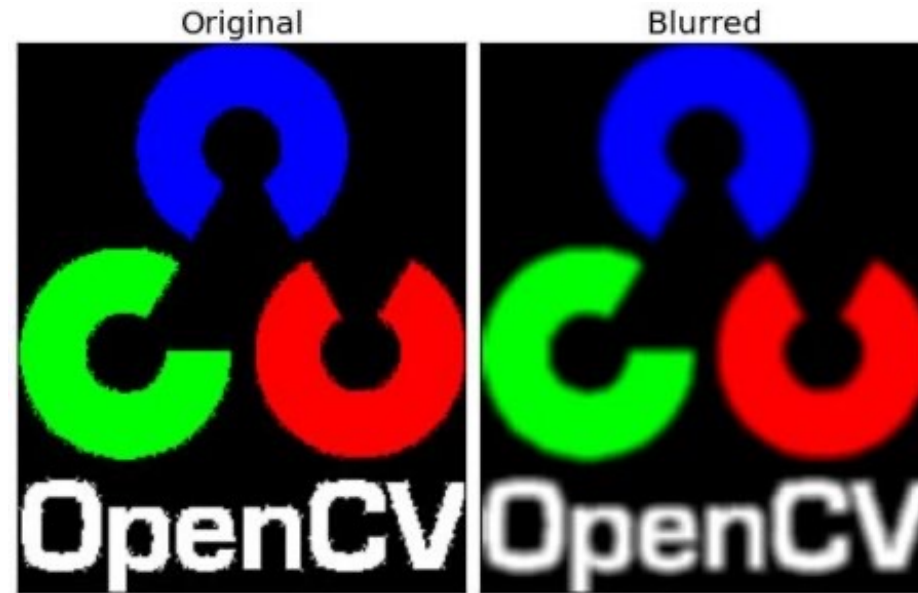
=

•0	•0	•0
•0	•2	•0
•0	•0	•0

$-\frac{1}{9}$

•1	•1	•1
•1	•1	•1
•1	•1	•1

Свёртки в компьютерном зрении

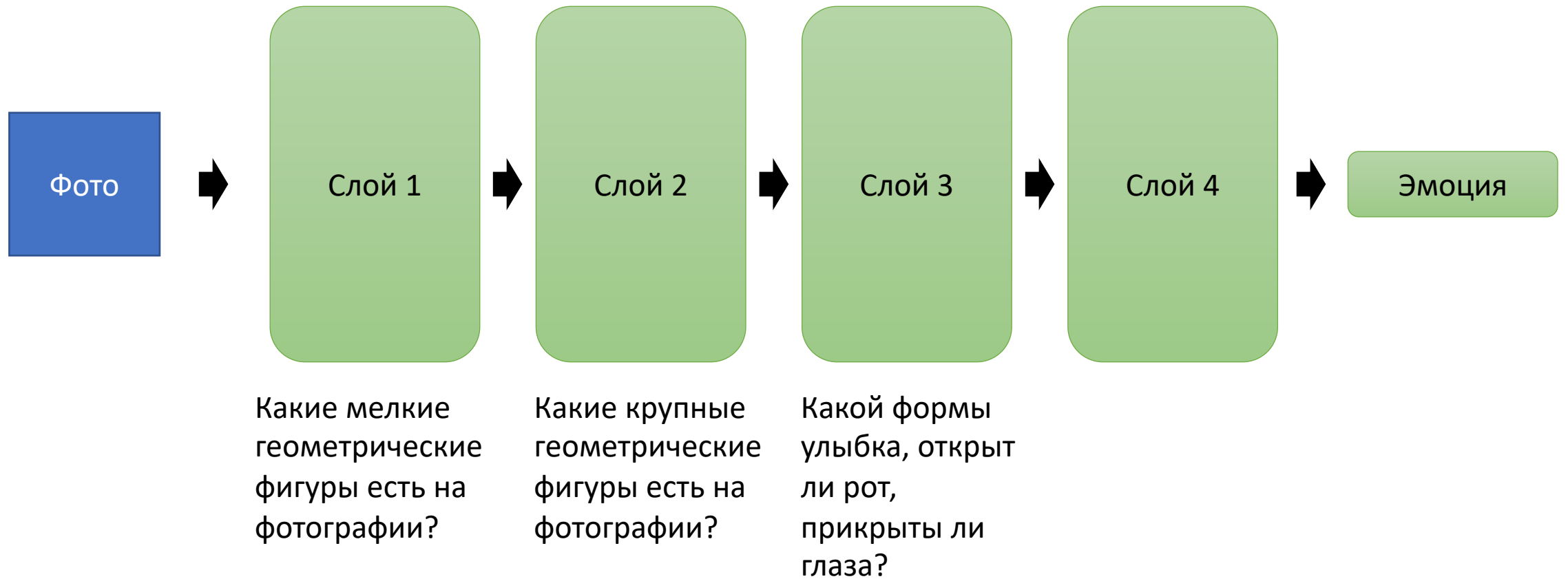


$$\frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

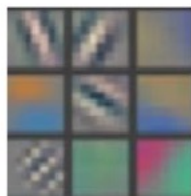
Свёрточные сети

- Из изображения выделяются всё более верхнеуровневые признаки с помощью свёрток
- Фильтры в свёртках **обучаются**

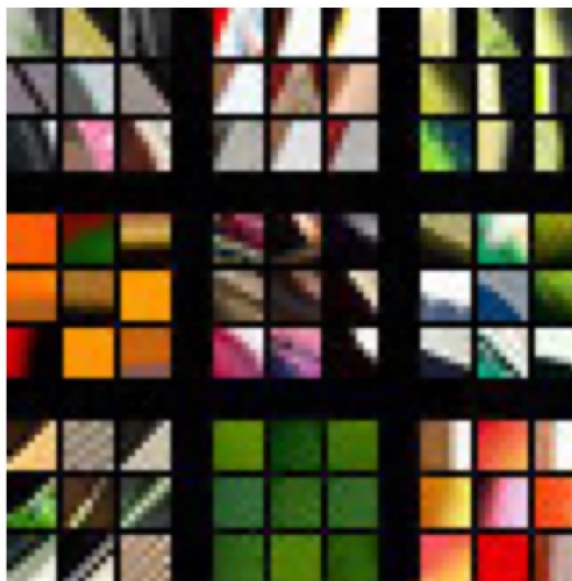
Свёрточные сети



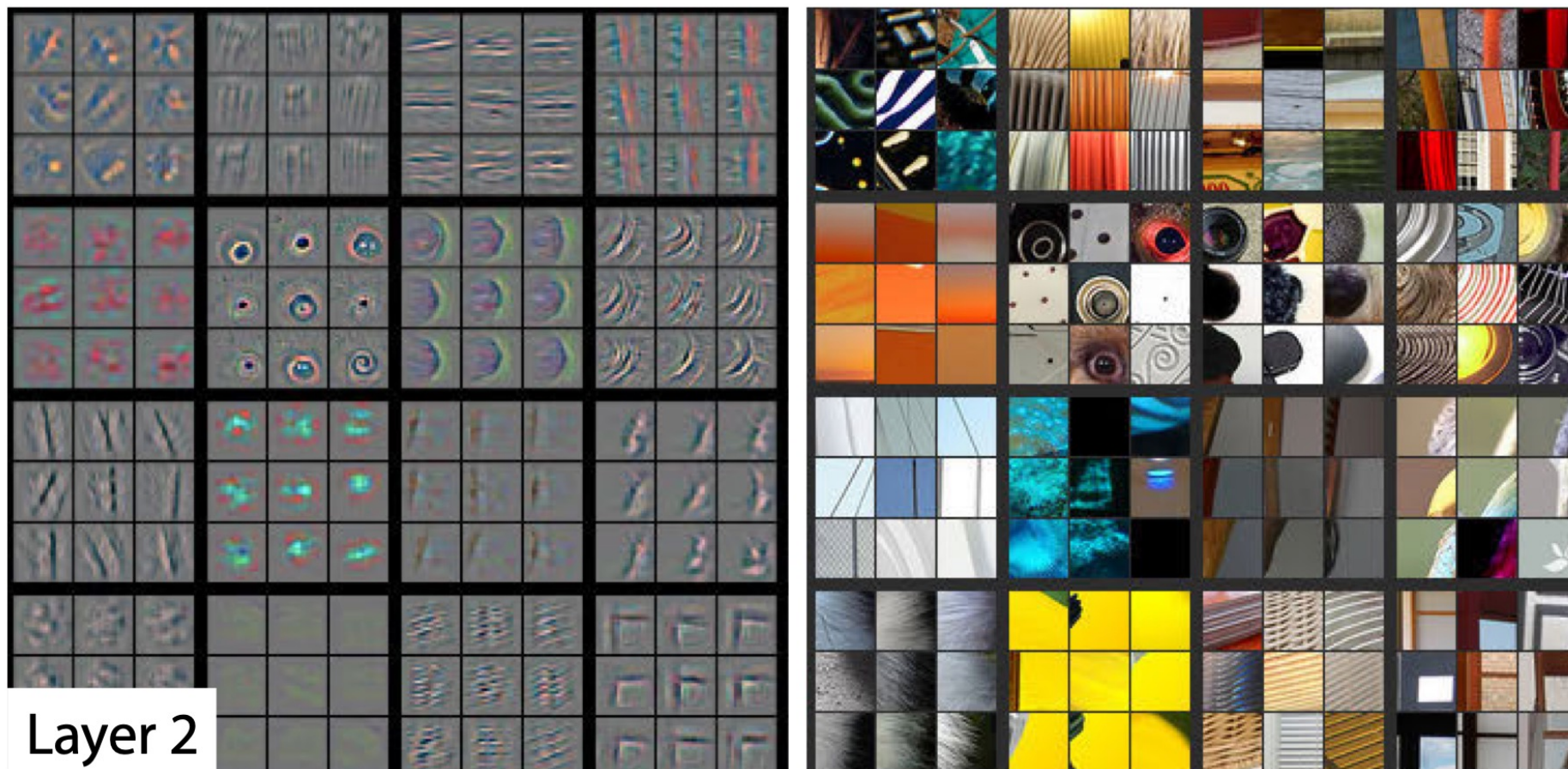
Что видят фильтры?



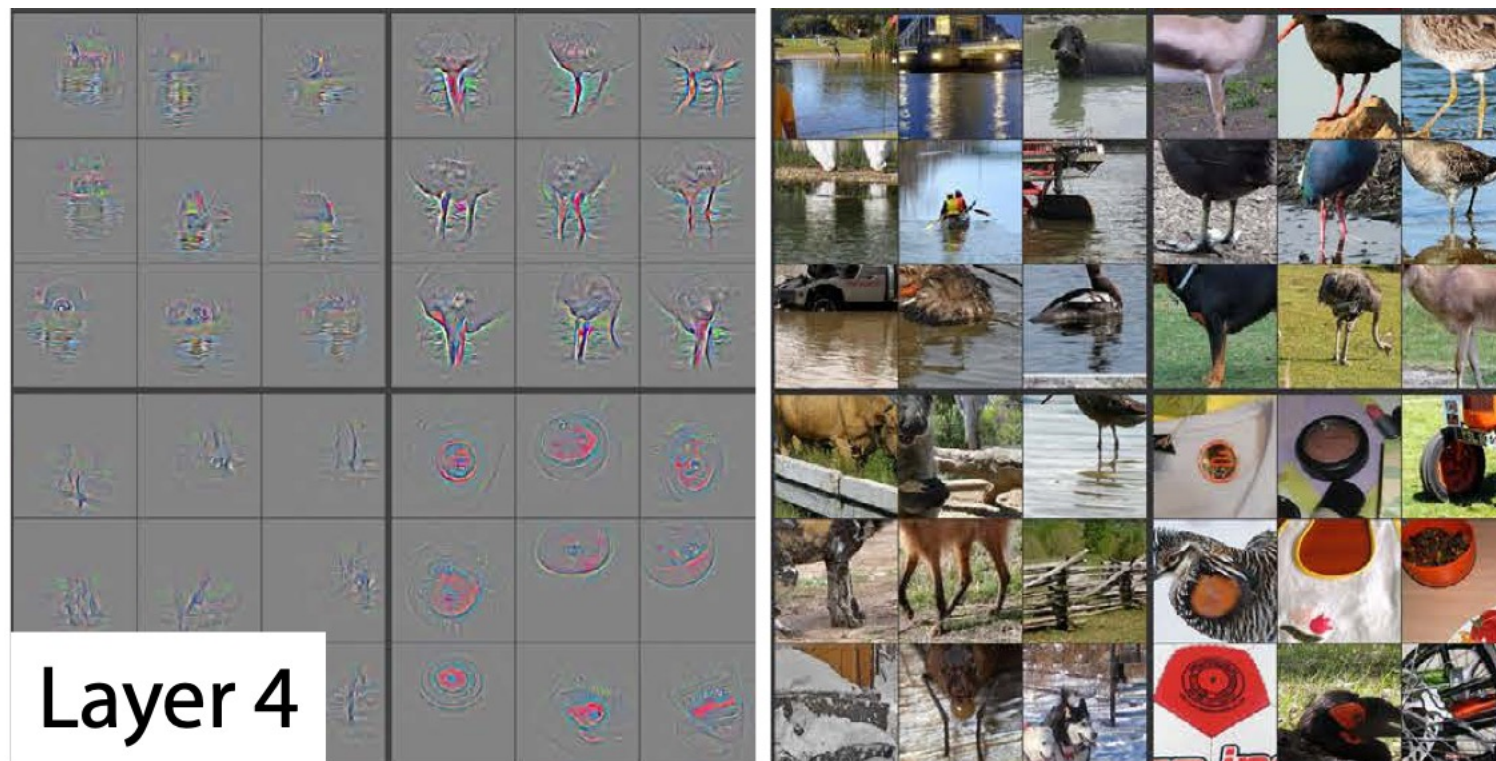
Layer 1



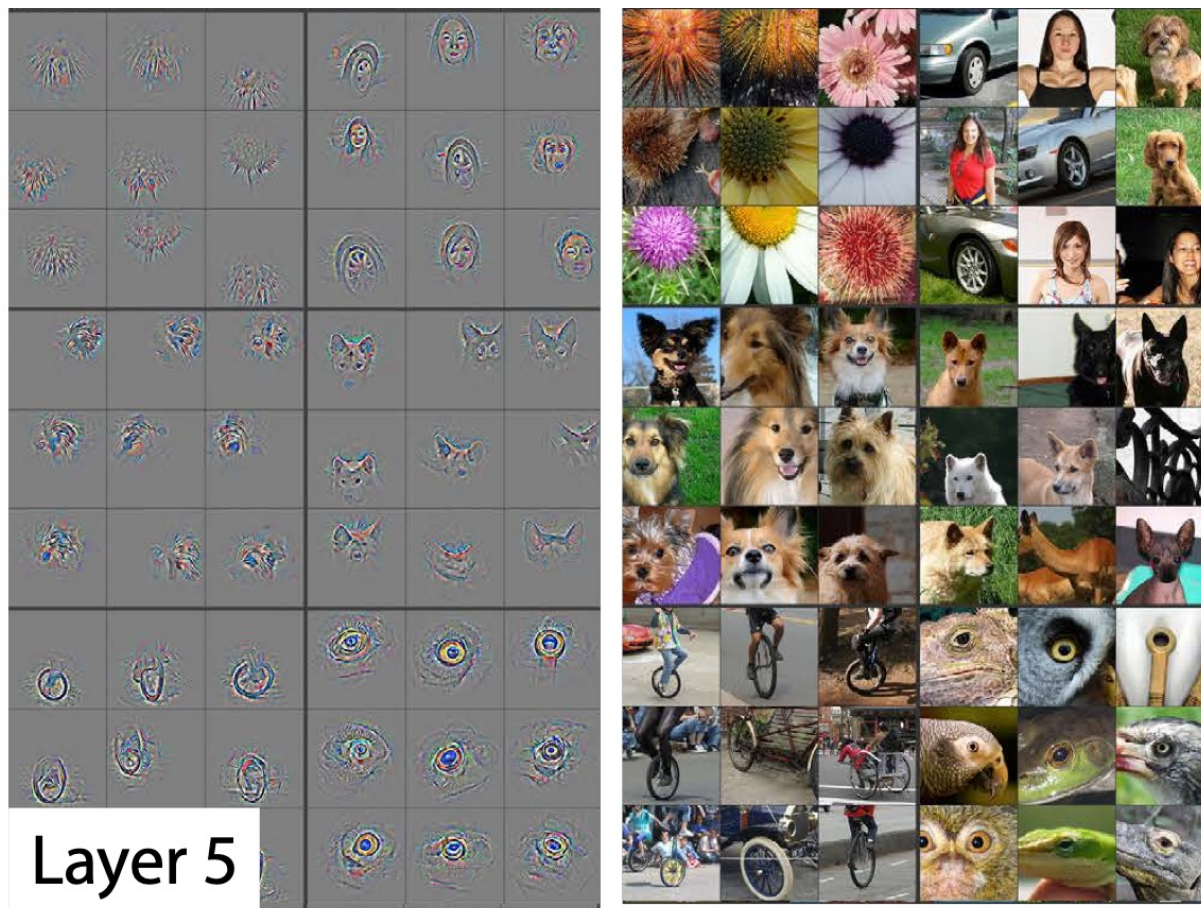
Что видят фильтры?



Что видят фильтры?



Что видят фильтры?

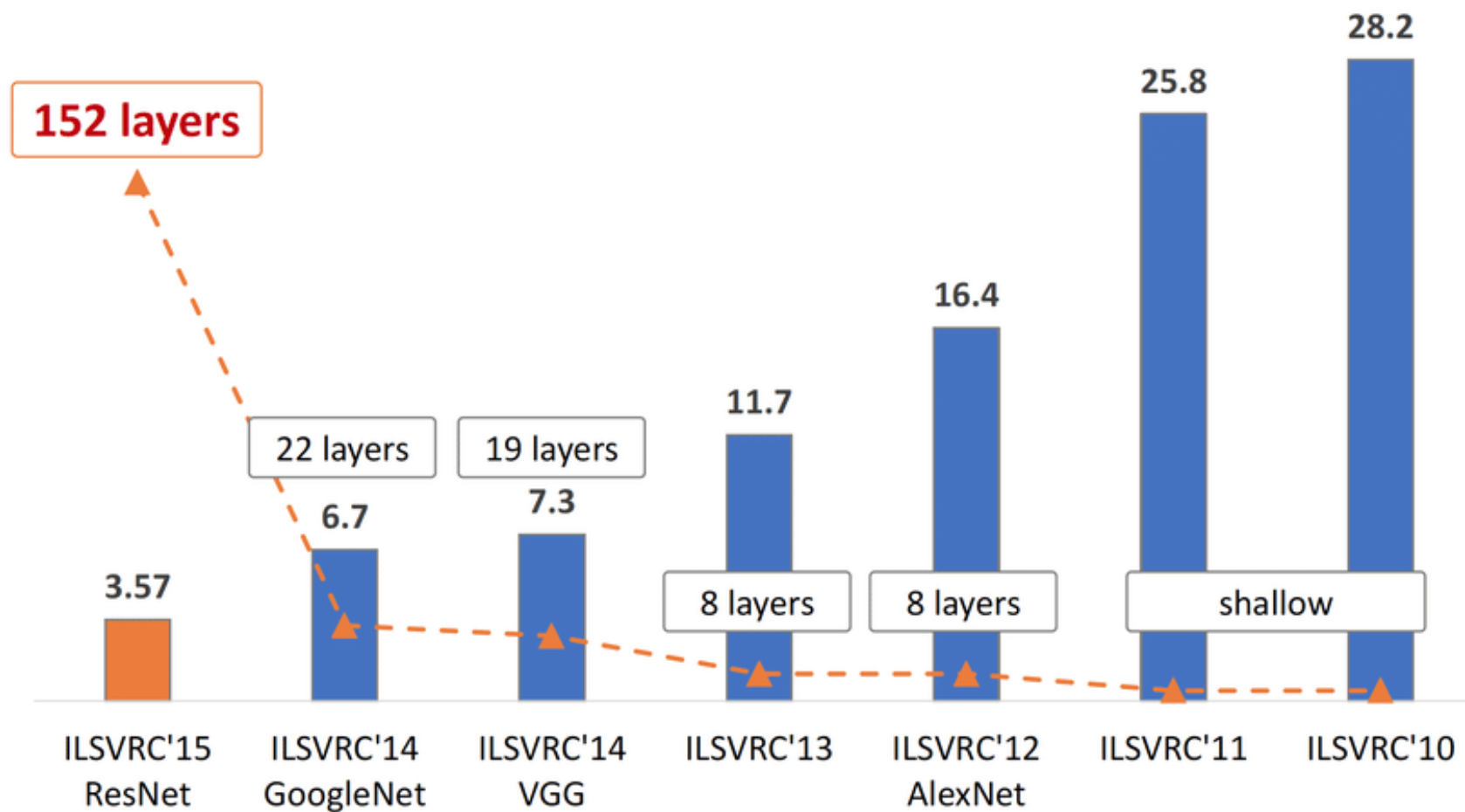


ImageNet



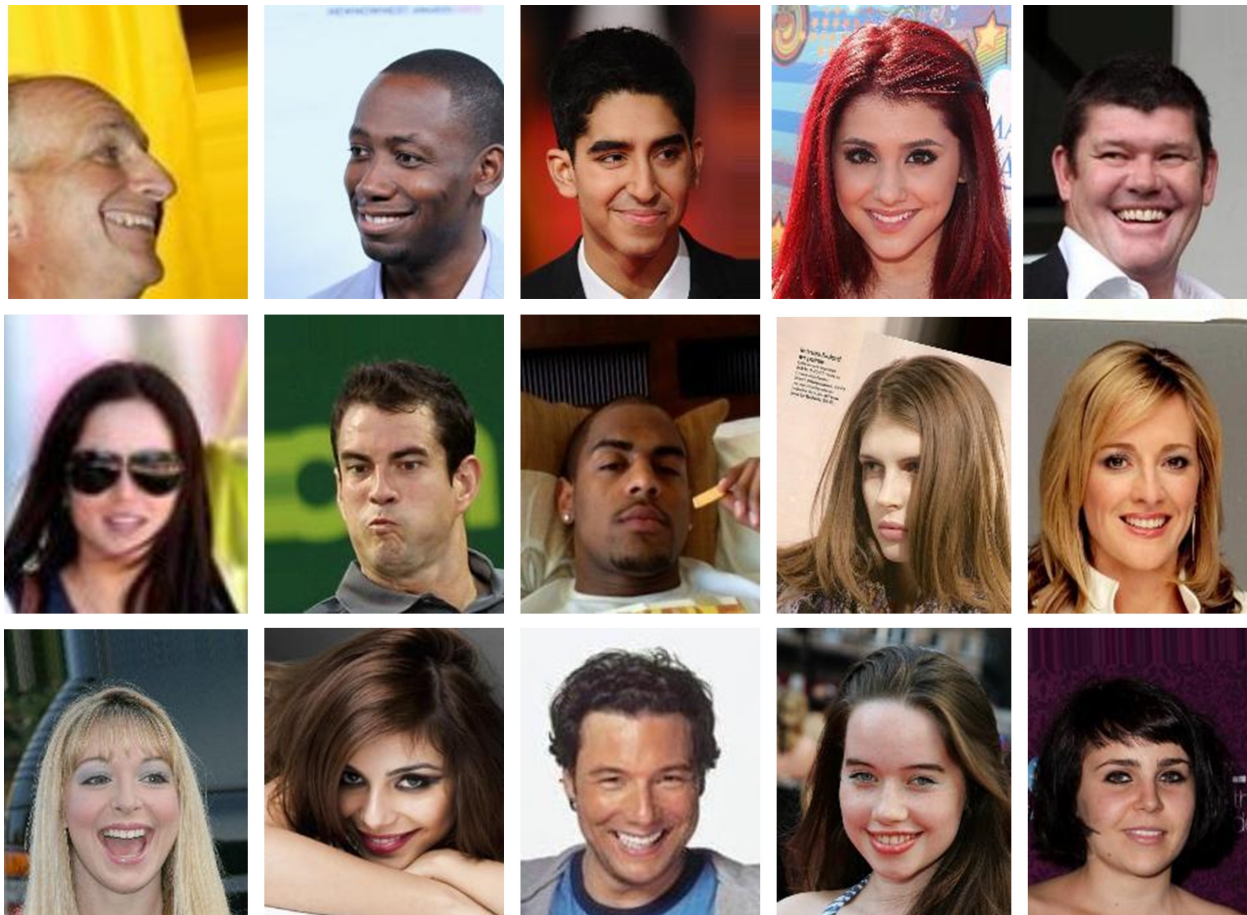
- ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge (ILSVRC)
- Около 1.000.000 изображений
- 1000 классов
- Обычно качество измерялось на основе лучшей гипотезы модели

ImageNet

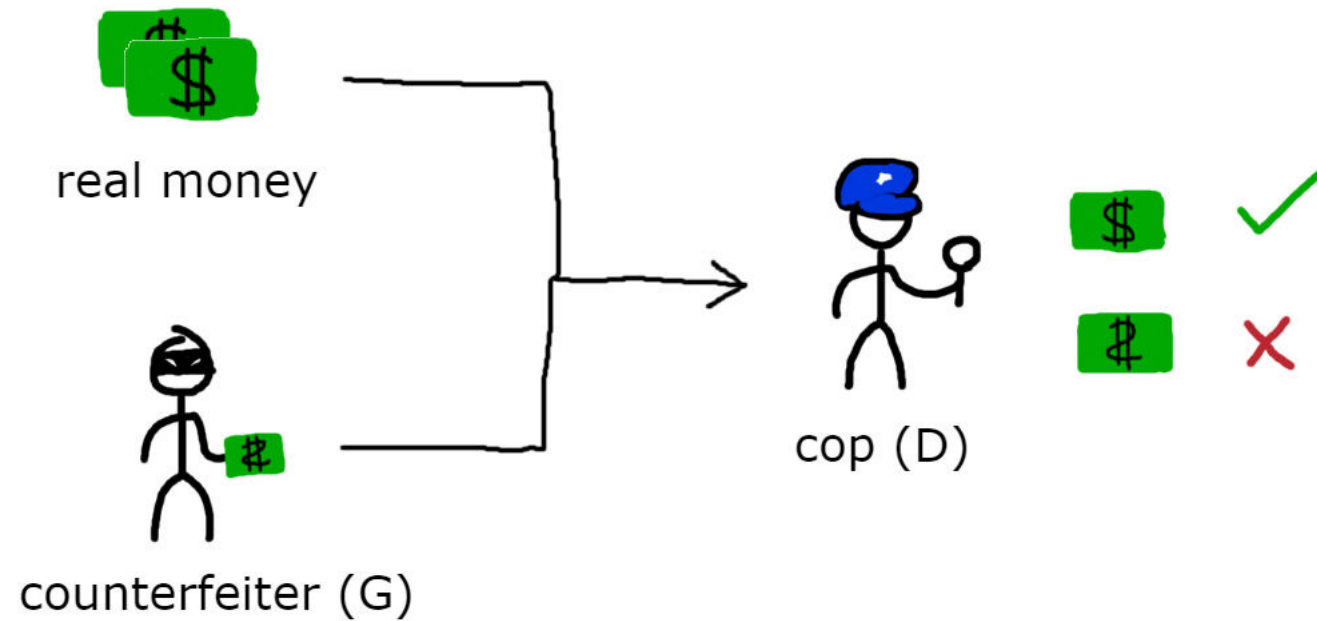


Генеративные модели

Данные

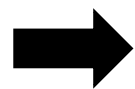


Идея



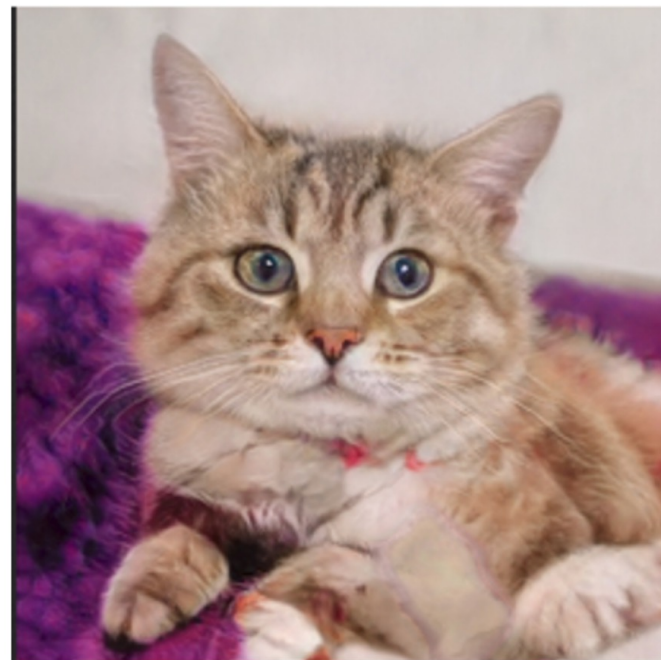
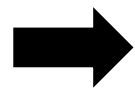
Генератор

0.4
-2
0.9
1.7
-0.4
1



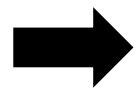
Генератор

0.05
-0.1
-1.2
-1.7
-0.9
1.3



Генератор

0.05
0.1
1.2
1.7
0.9
1.3



Дискриминатор



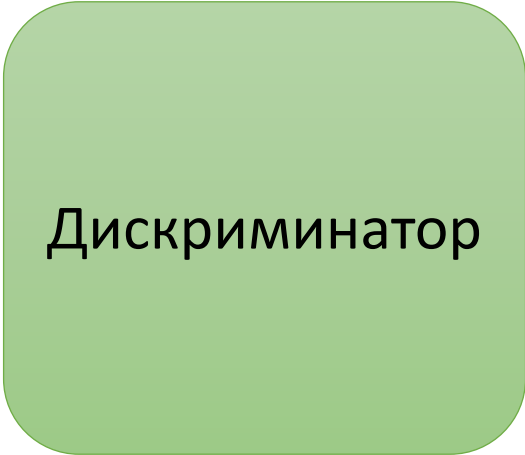
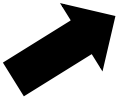
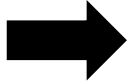
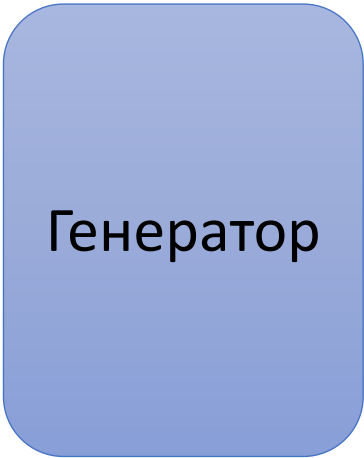
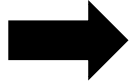
Дискриминатор



КОТ

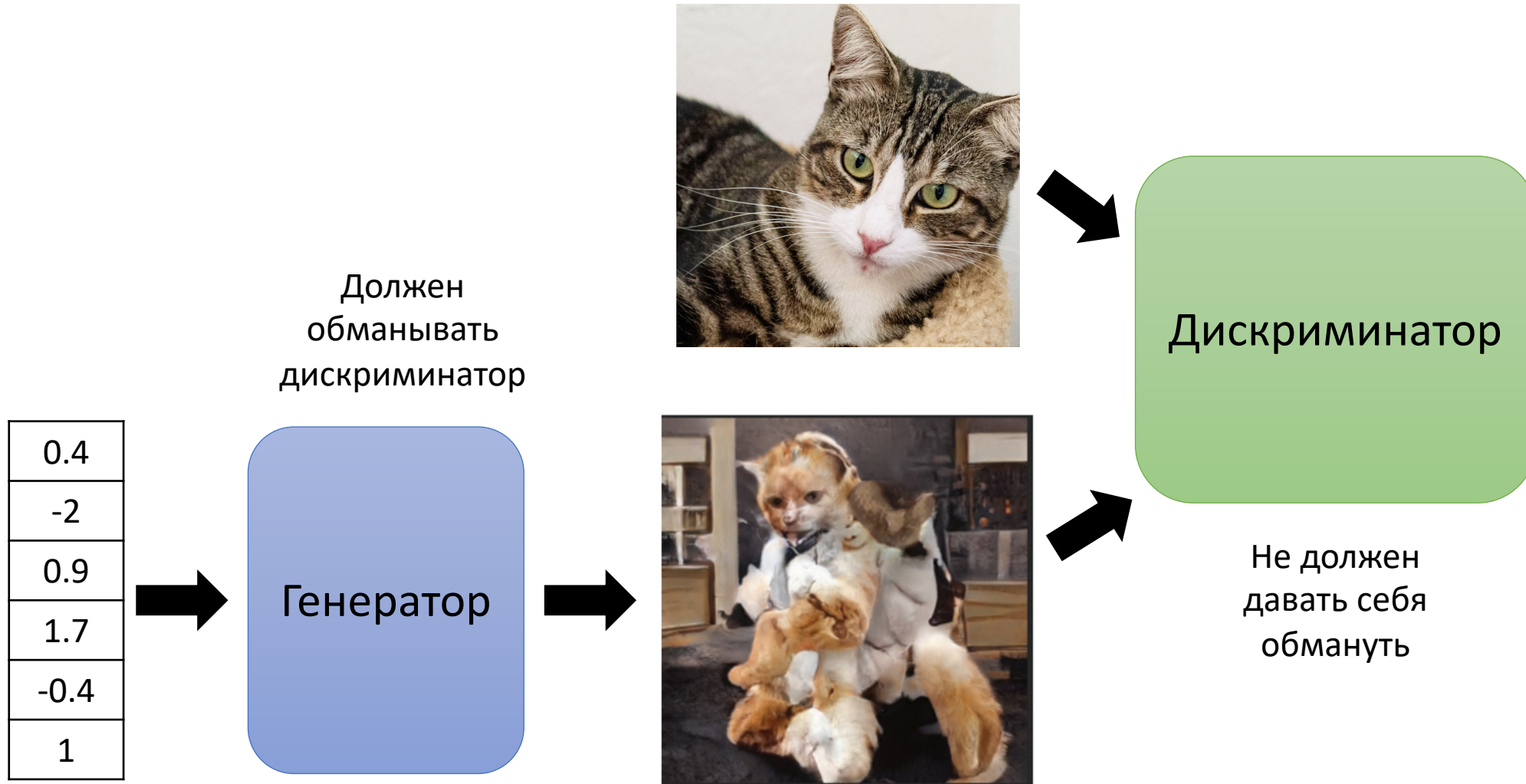
Дискриминатор

0.4
-2
0.9
1.7
-0.4
1



ну нет

Состязательное обучение



Результаты

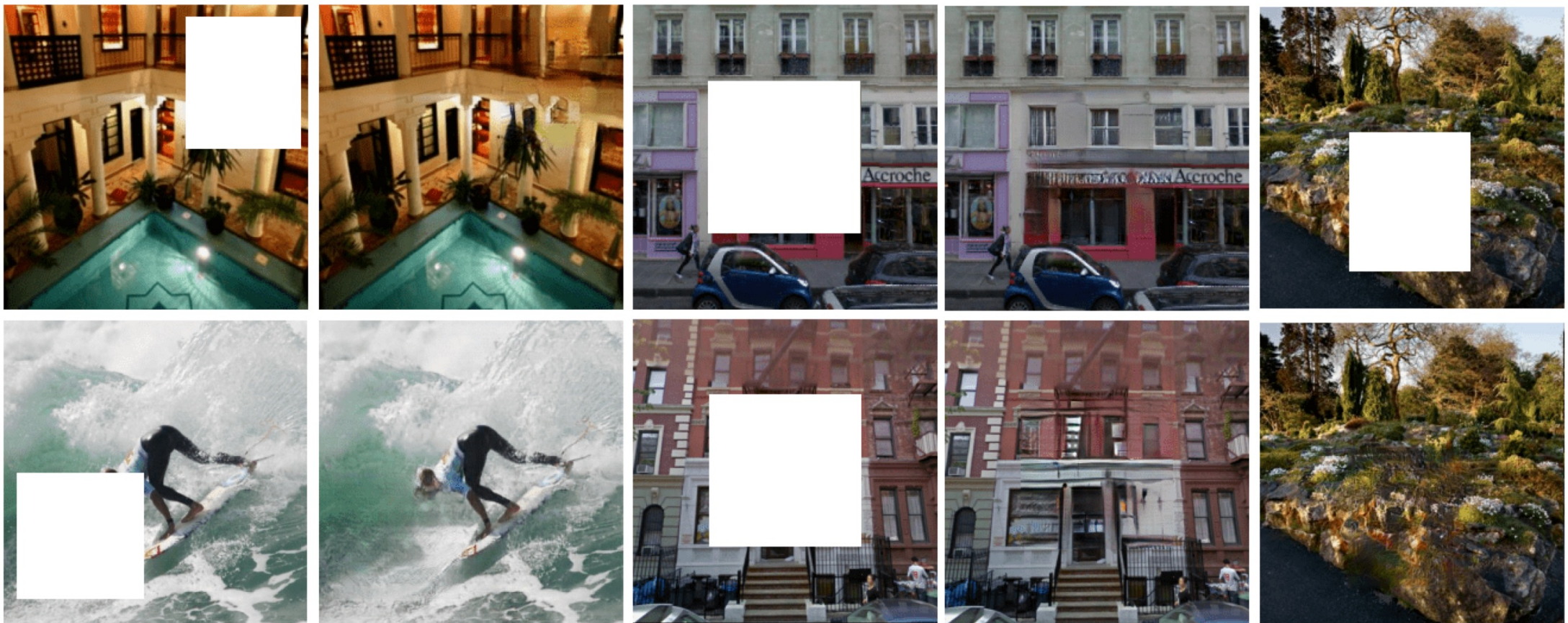


Результаты



А зачем это всё?

Inpainting



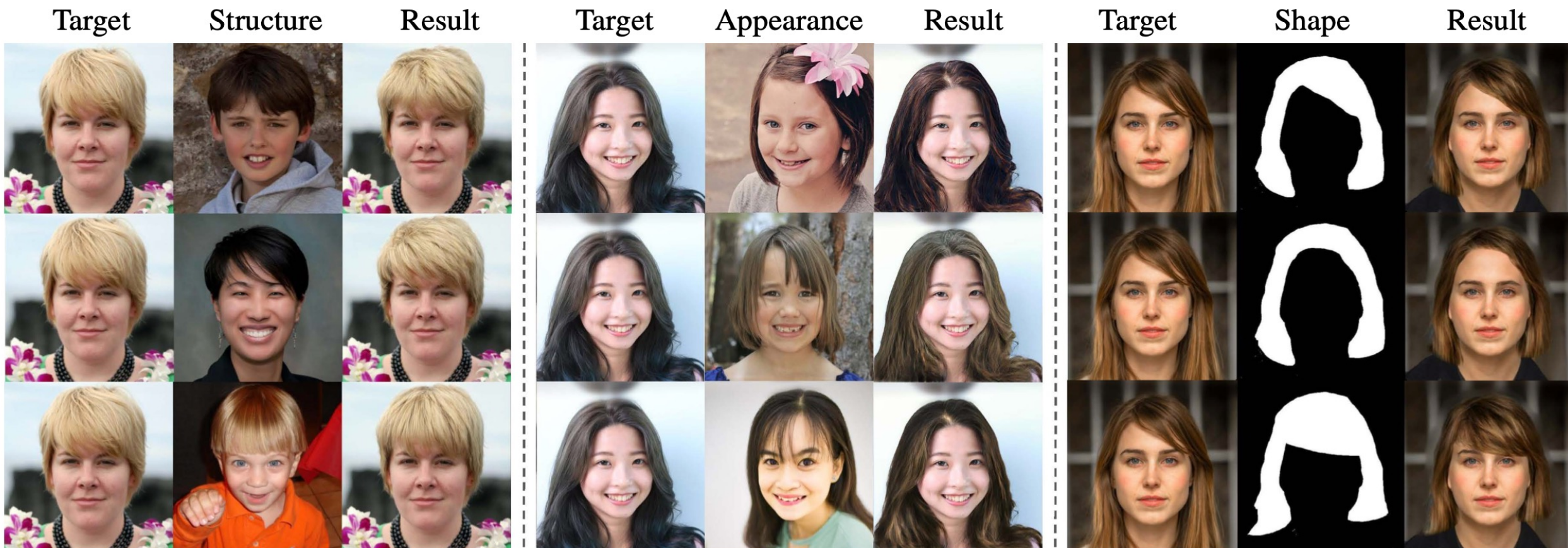
А зачем это всё?

Удаление дождя



А зачем это всё?

Переделка причёски



Обучение с подкреплением

Две парадигмы обучения

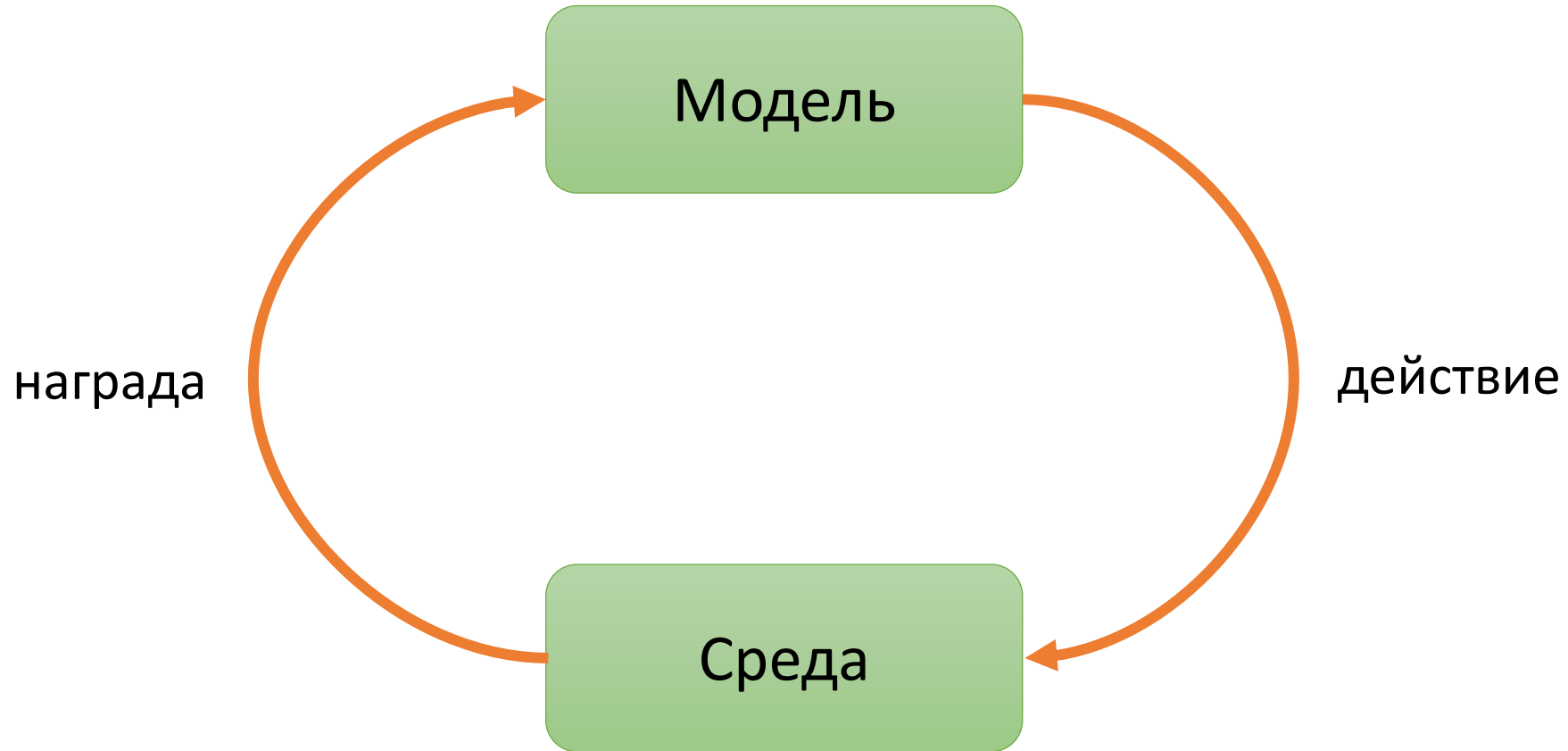
Обучение с учителем

- Примеры с правильными ответами
- Настраиваемся сразу на всю выборку

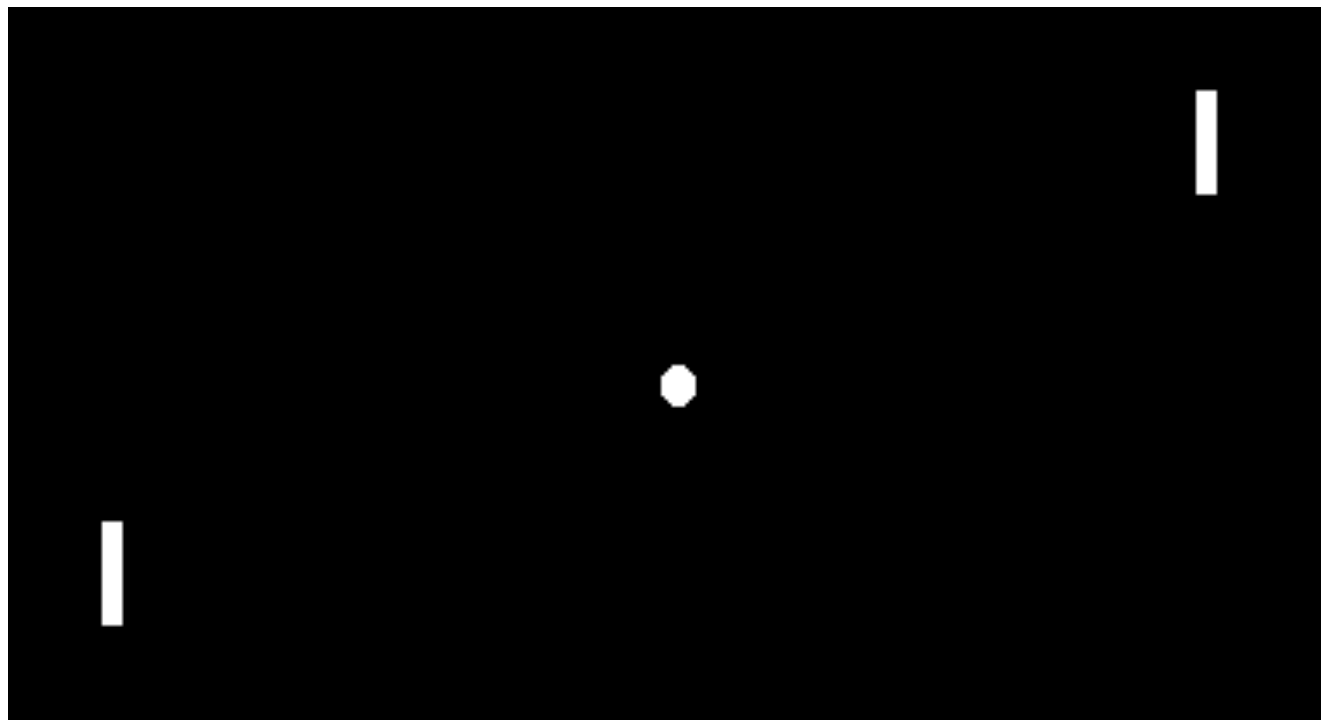
Обучение с подкреплением

- В начале не знаем ничего
- Совершаем действие, получаем обратную связь

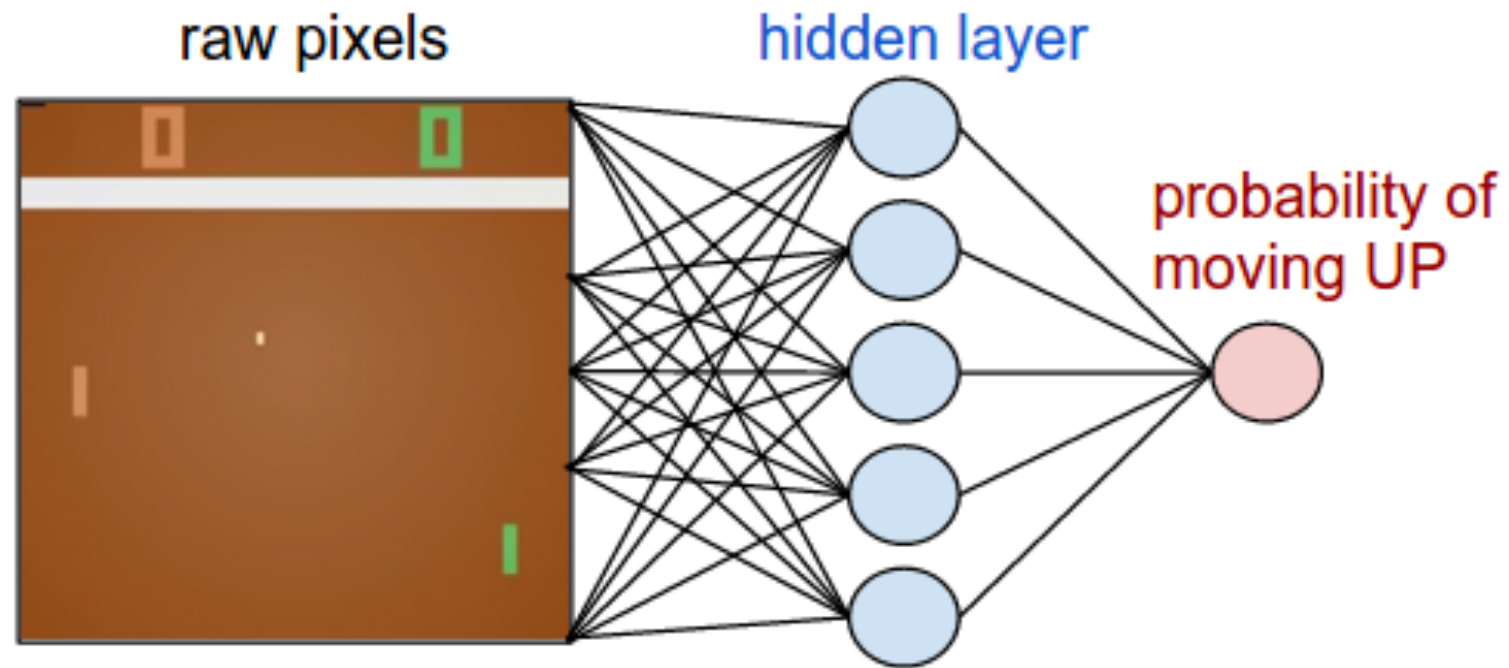
Обучение с подкреплением



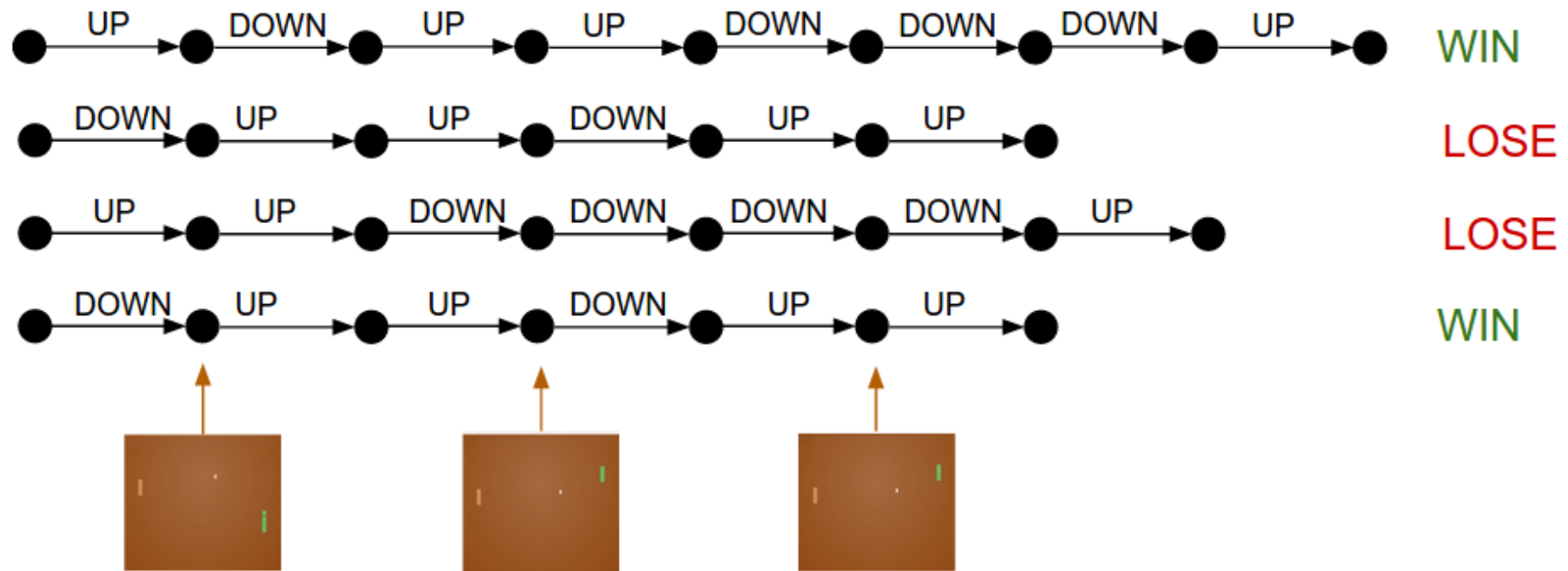
Типичный пример — игры ATARI



Policy Gradients



Policy Gradients



Где это нужно?

- Побеждать всех в доту
- Алготрейдинг
- Маркетинг и рекомендации
- ...

Резюме

- Машинное обучение — подбор алгоритма под данные
- Много интересных подходов для текстов, картинок, звука
- В основе лежит много математики и алгоритмов

tg: @esokolov
esokolov@hse.ru