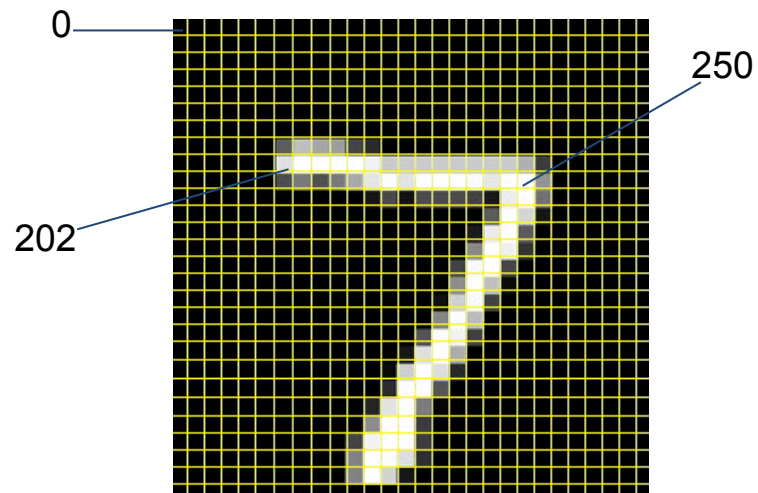




# СВЁРТОЧНЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ



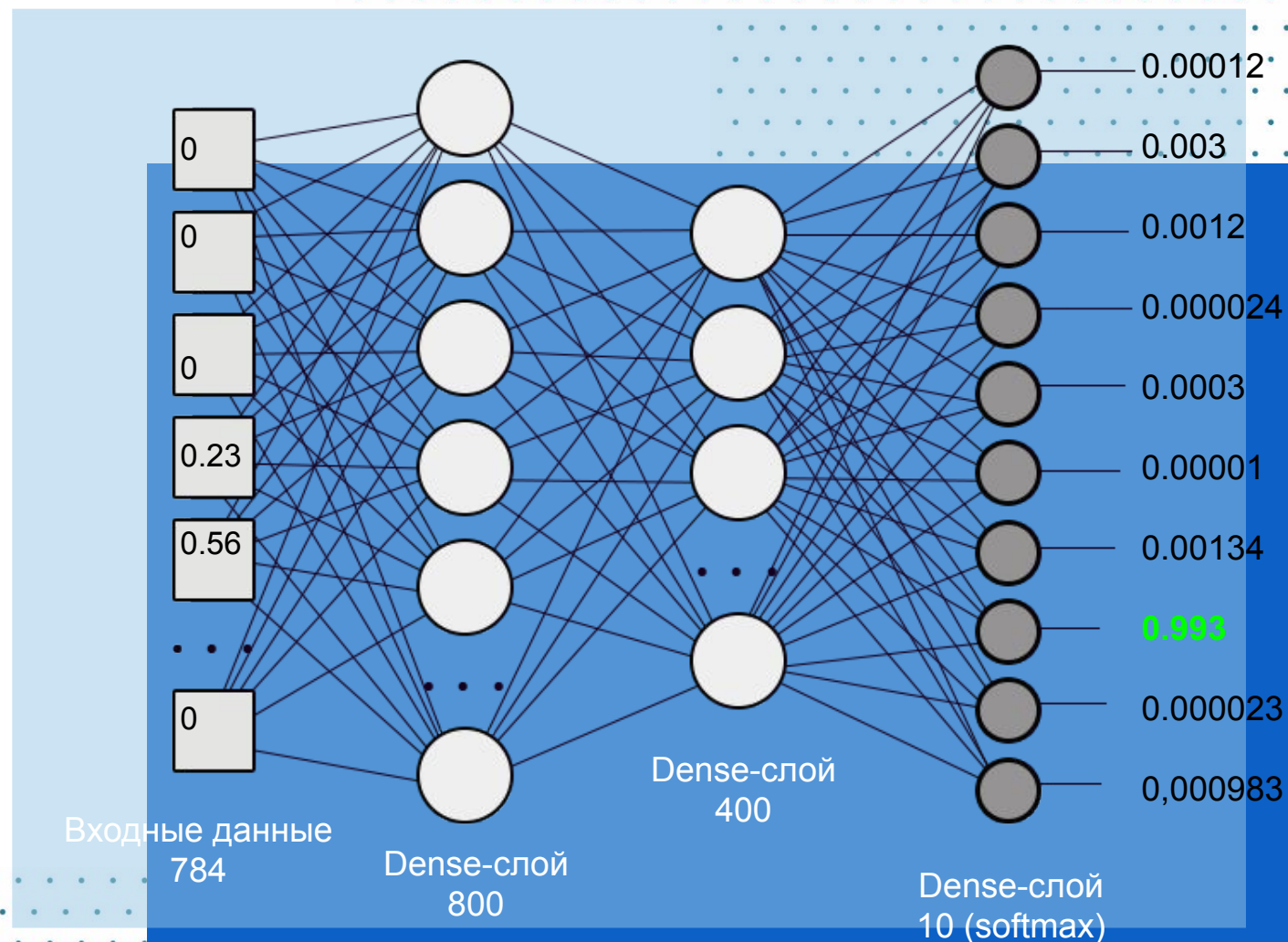
# ПОЛНОСВЯЗНАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ



- $28 \times 28 \Rightarrow 784$
- $./=255$

[0 0 0 0 0 0 ... 78 101 .... 250 255 255 252 ... 0 0 0 0 0 0]

[0 0 0 0 0 0 ... 0.23 0.56 .... 0.99 1 1 0.99 ... 0 0 0 0 0 0]



# Сеть для распознавания **MNIST**

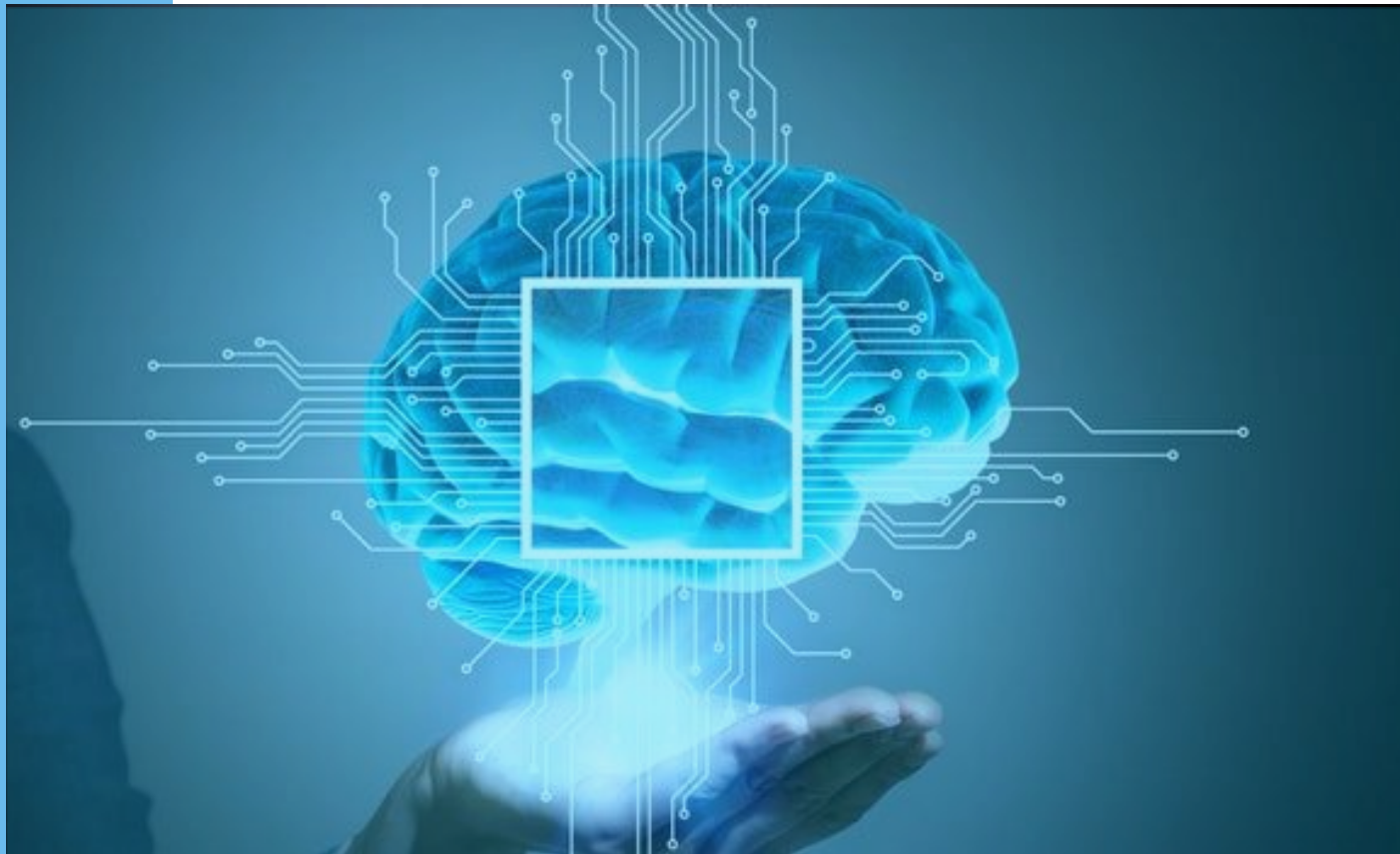
Layer (type)	Output Shape	Param #
dense (Dense)	(None, 800)	628000
dense_1 (Dense)	(None, 400)	320400
dense_2 (Dense)	(None, 10)	4010

**Total params:** 952,410

**Trainable params:** 952,410

# Принципы сверточных нейросетей

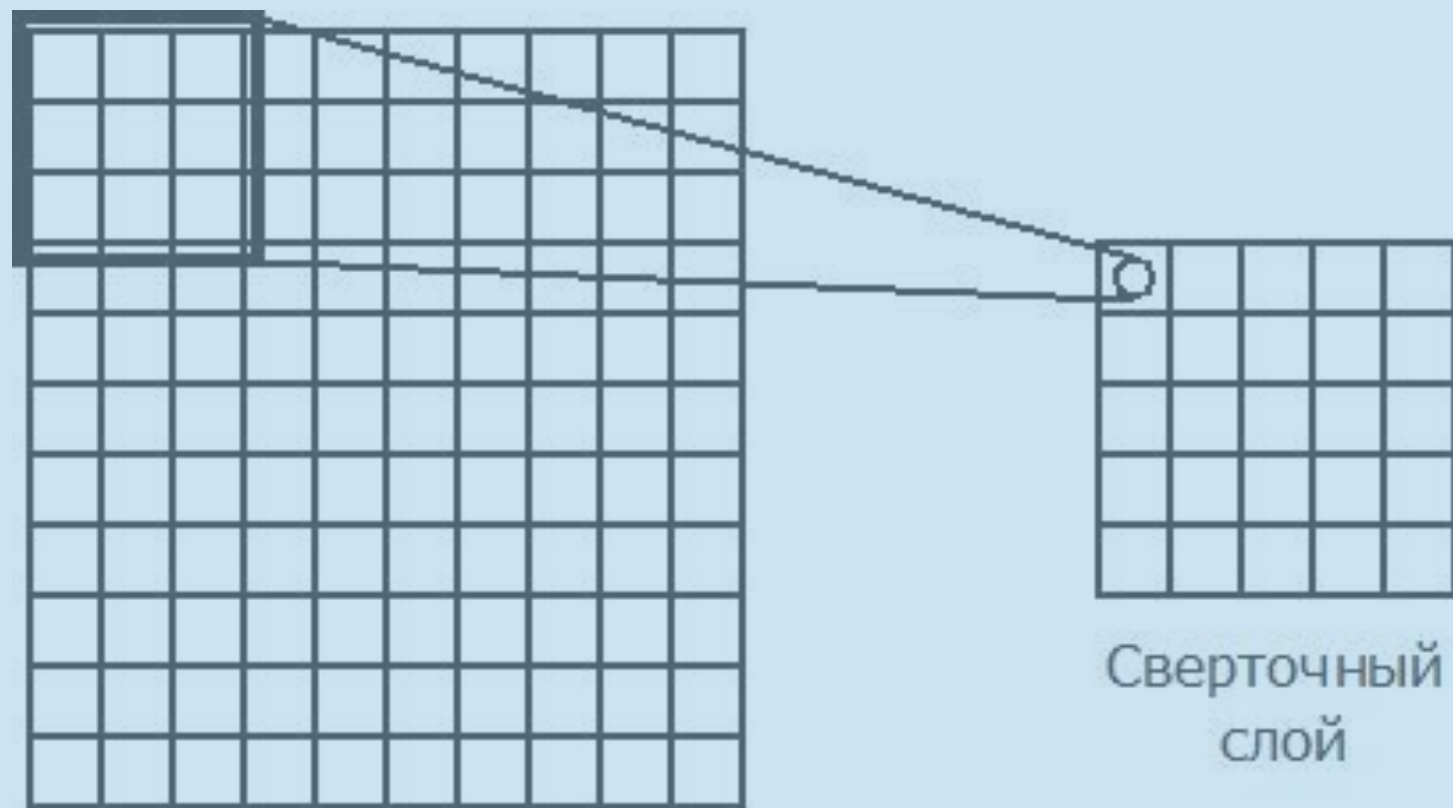
---



- Локальное восприятие
- Разделяемые веса
- Уменьшение размерности

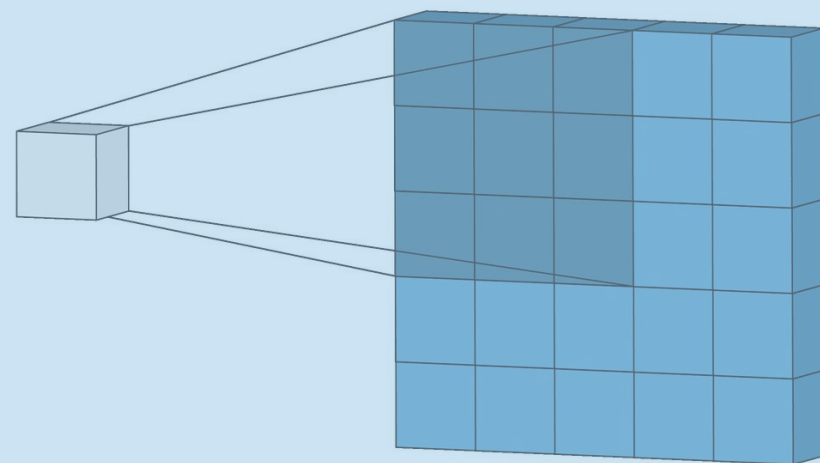


# ЛОКАЛЬНОЕ ВОСПРИЯТИЕ




Входные сигналы


Сверточный  
слой



## A 7x20 grid of blue dots, with 7 rows and 20 columns. The dots are arranged in a regular pattern, with 20 dots in each row and 7 dots in each column.



221	198	149
205	147	173
149	170	222



221	198	149
205	147	173
149	170	222

$$N(x,y) = 221 * (-1) + 198 * 0 + 149 * 1 + 205 * (-2) + 147 * 0 + 173 * 2 + 149 * (-1) + 170 * 0 + 222 * 1 = -63$$

# Готовые ядра свертки

## Размытие

$1/9$	$1/9$	$1/9$
$1/9$	$1/9$	$1/9$
$1/9$	$1/9$	$1/9$

## Выделение границ

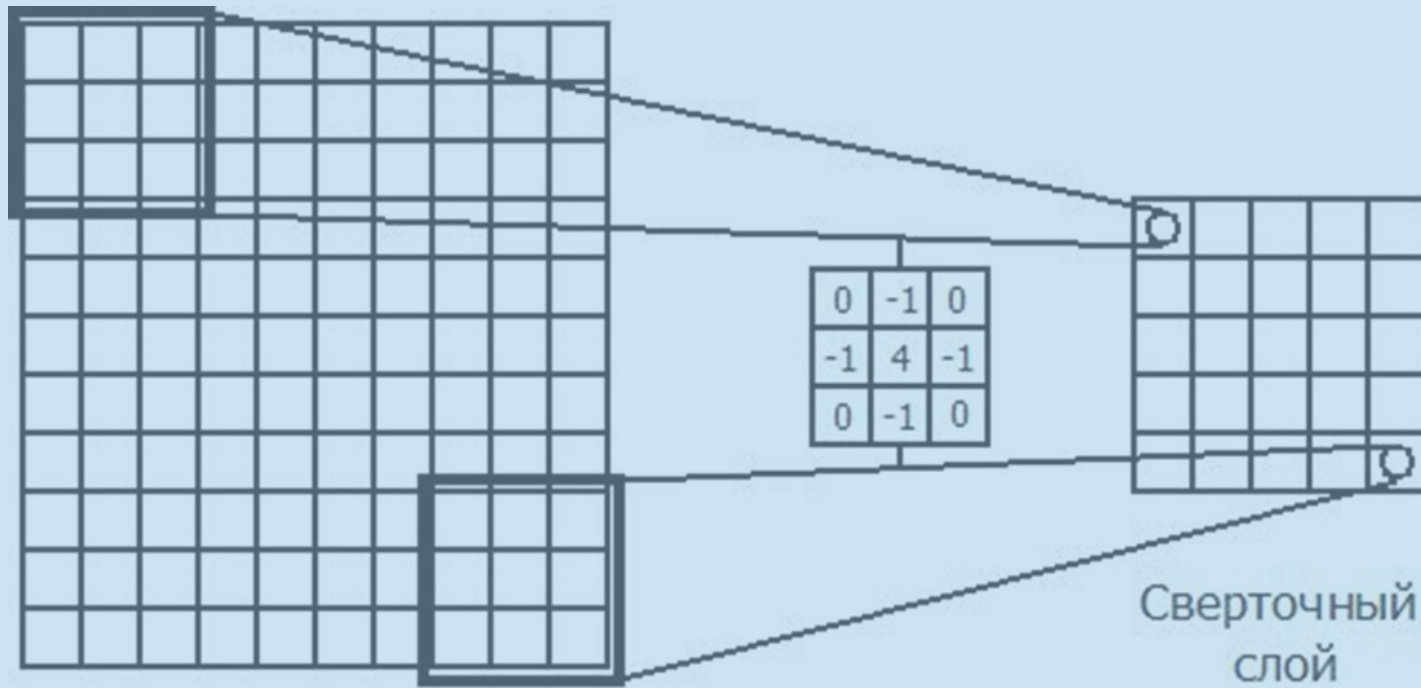
0	-1	0
-1	4	-1
0	-1	0

## Повышение четкости

0	-1	0
-1	5	-1
0	-1	0

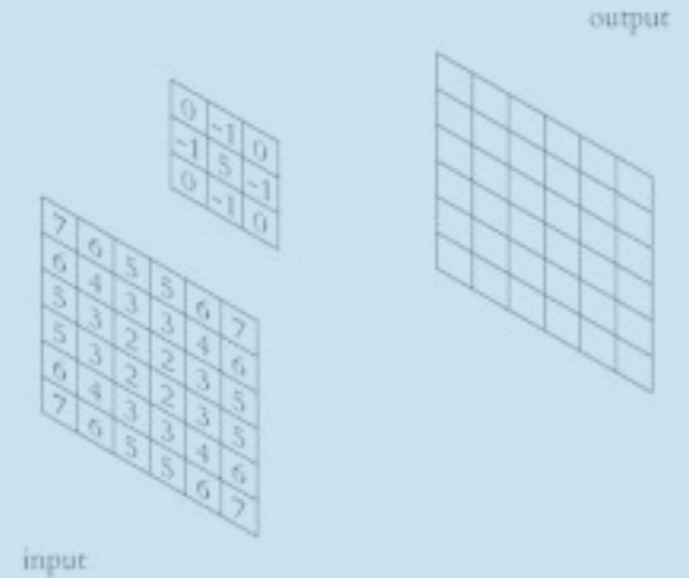
В нейронных сетях ядра свертки определяются автоматически в процессе обучения

# РАЗДЕЛЯЕМЫЕ ВЕСА



Входные сигналы

Сверточный  
слой





# MAX-Pooling

СЛОЙ

4	6	1	1
1	3	1	3
4	0	0	8
8	5	4	0

Input (4x4)


Output (2x2)

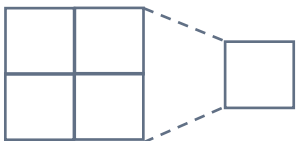
# УМЕНЬШЕНИЕ РАЗМЕРНОСТИ

Распознавание объектов вне зависимости от масштаба

Факт наличия признака важнее знания места его точного положения на изображении

Слои подвыборки (subsampling):

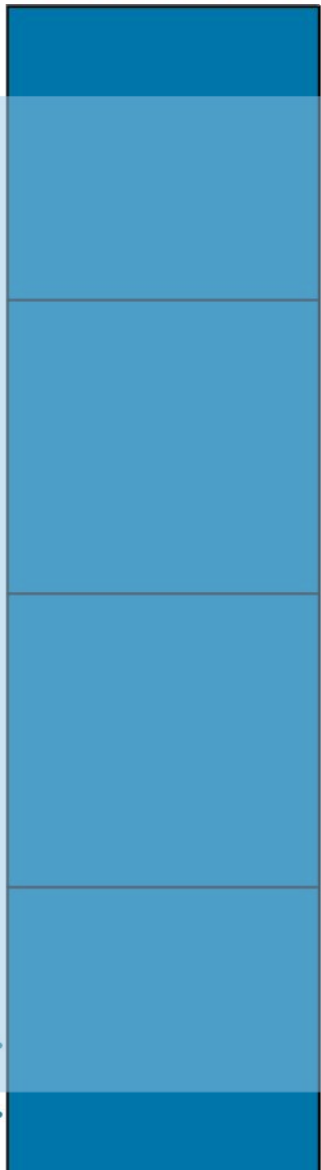
- Усреднение
- Выбор максимального значения



# Flatten

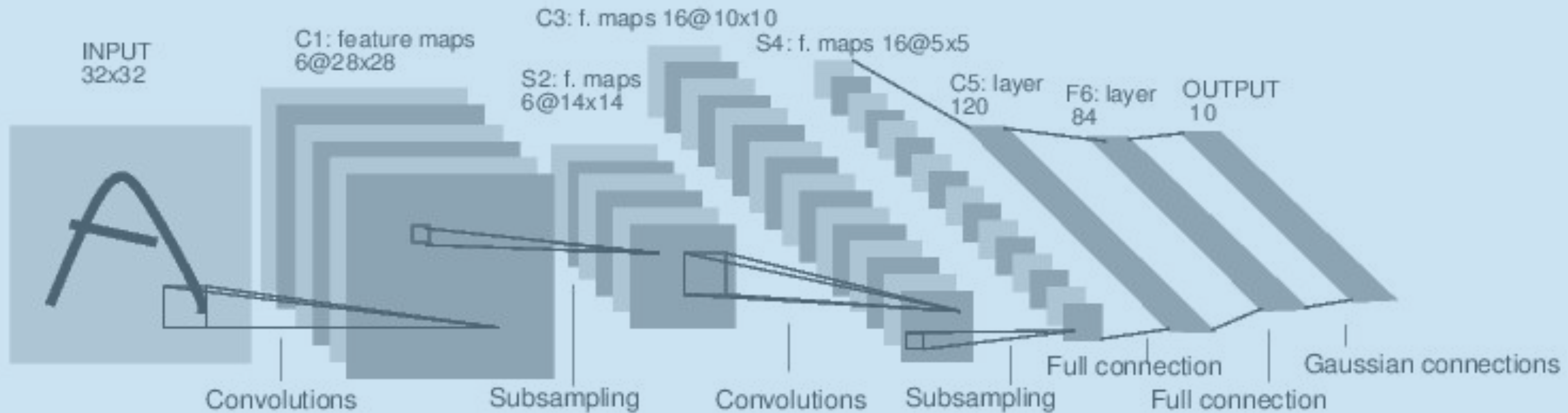
СЛОЙ

7	5
5	8



# СВЕРТОЧНАЯ СЕТЬ

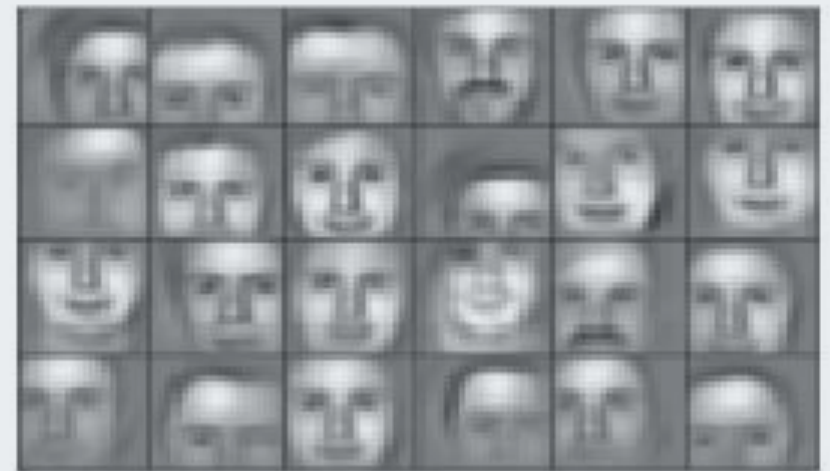
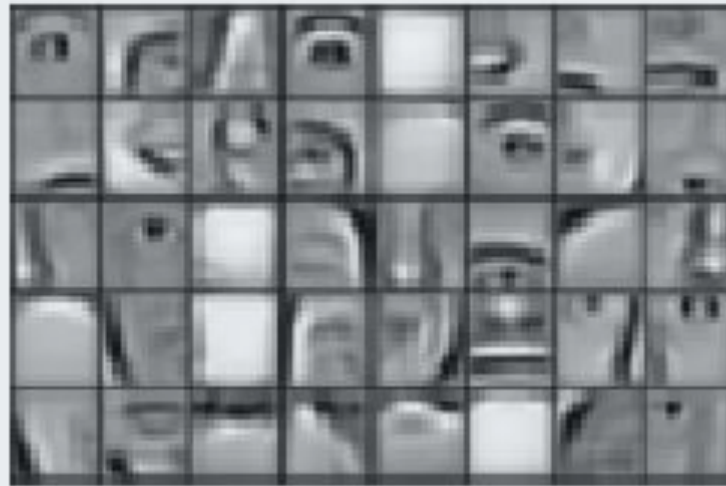
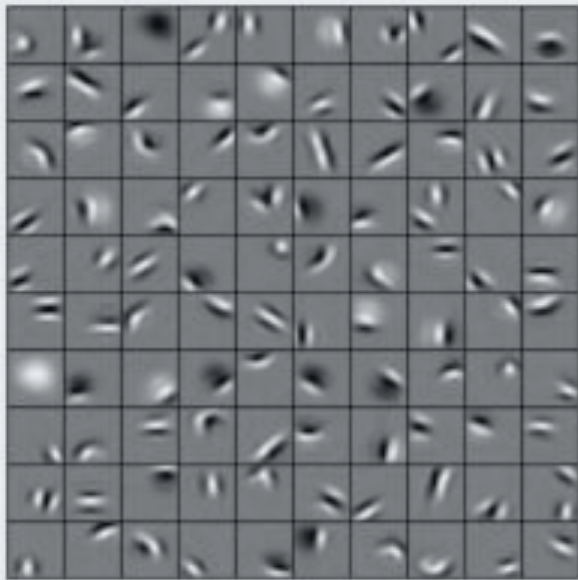
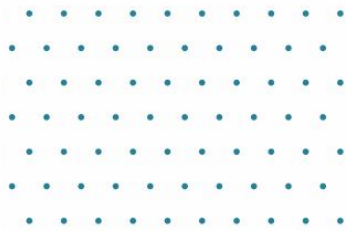
## LeNet-5



Back-Propagation Applied to Handwritten Zip Code Recognition / Y. LeCun,  
B. Boser, J. S. Denker et al. 1989



# Что «видит» сверточная сеть?

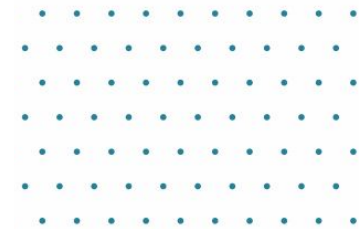


Honglak Lee, Roger Grosse, Rajesh Ranganath, and Andrew Y. Ng. Unsupervised Learning of Hierarchical Representations with Convolutional Deep Belief Networks (2011)

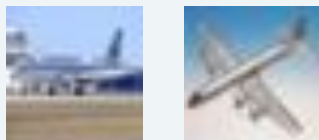
# Набор данных CIFAR-10

- Размер **32x32**
- **Цветные** изображения (коды интенсивности RGB)
- Набор данных для обучения – **50 000** (5 000 для каждого класса)
- Набор данных для тестирования – **10 000**
- На каждом изображении только **один объект**
- **Нет пересечений**

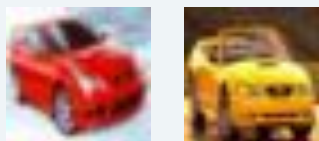
# Набор данных CIFAR-10



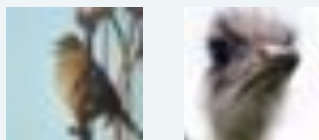
Самолет



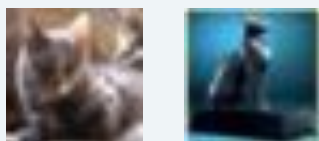
Автомобиль



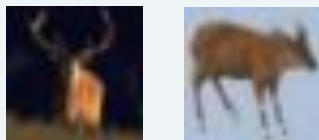
Птица



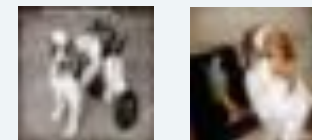
Кот



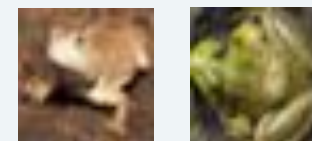
Олень



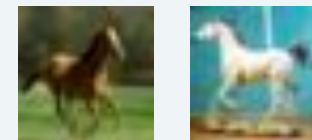
Собака



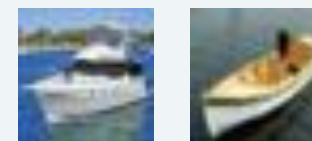
Лягушка



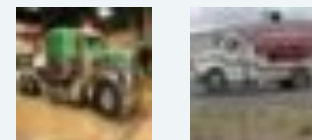
Лошадь



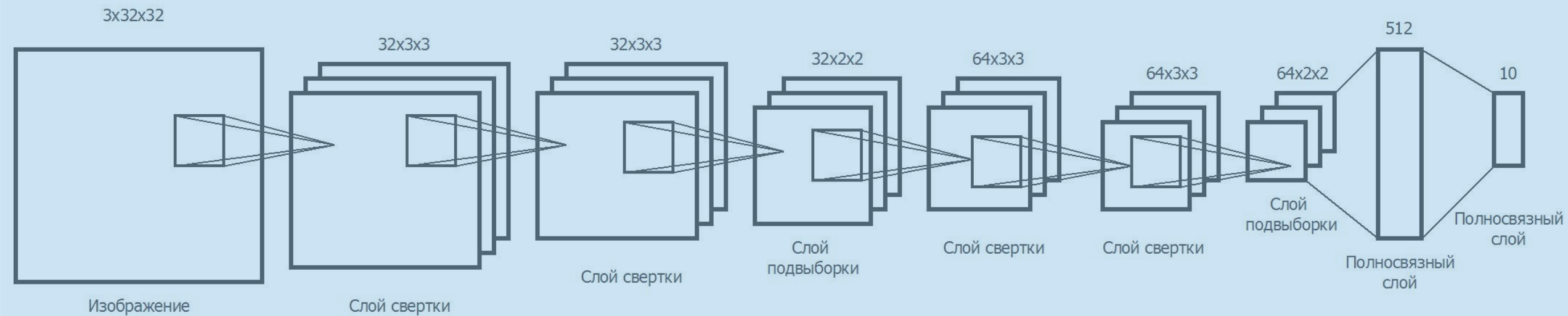
Корабль



Грузовик



# СЕТЬ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ **CIFAR-10**







СПАСИБО

ЗА ВНИМАНИЕ