


# Искусственные нейронные сети

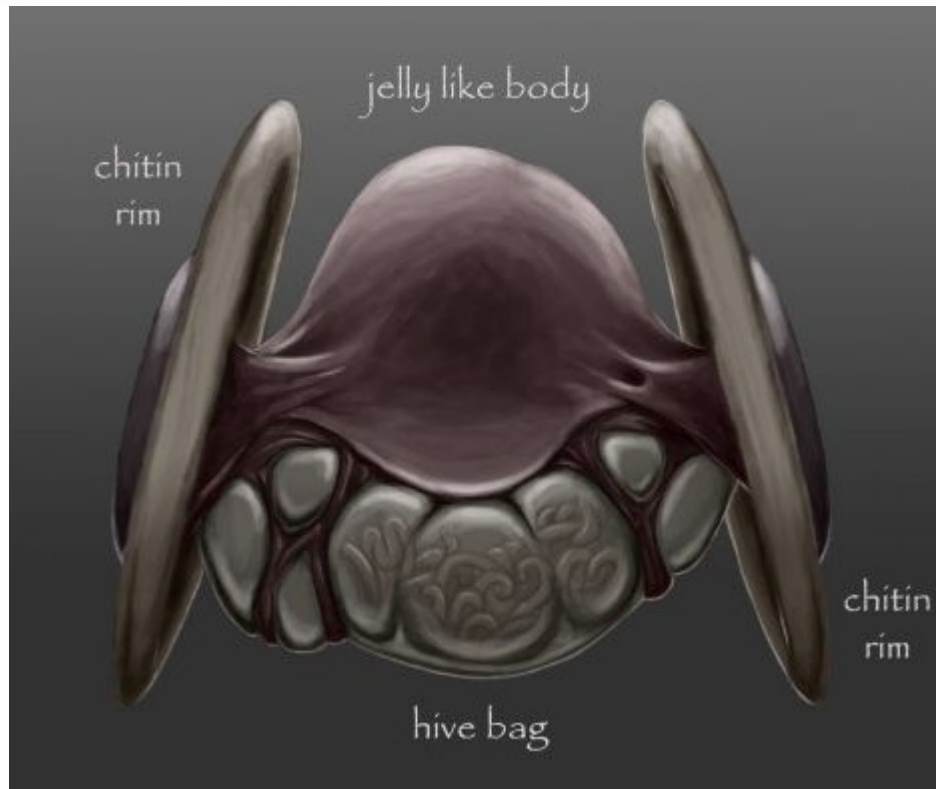
The background features a blue and white grid pattern. On the right side, there is a 3D ball-and-stick model of a complex organic molecule with various colored atoms (white, black, yellow, green, blue, red) and bonds. The overall aesthetic is scientific and technical.

Краткий обзор

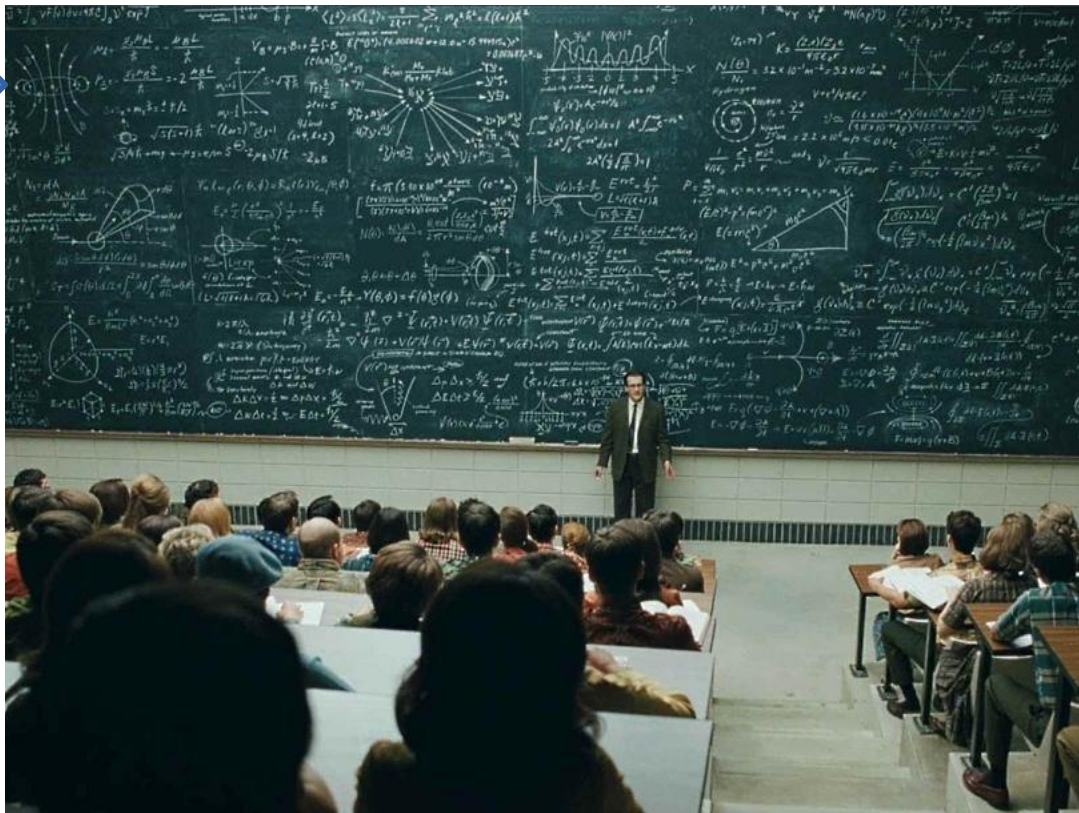
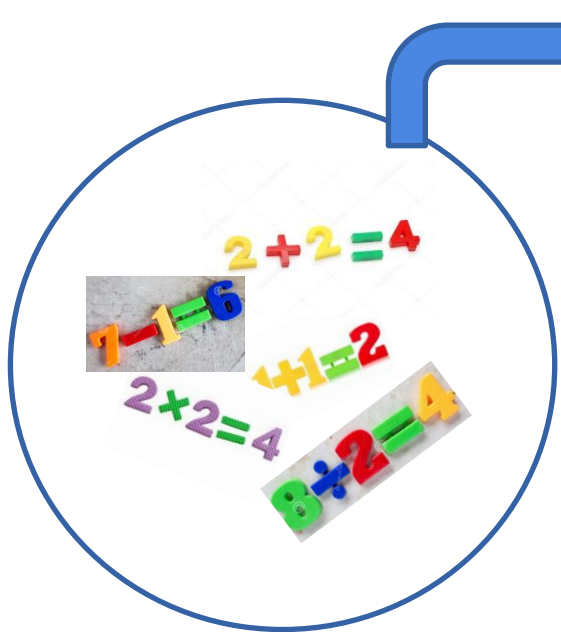
Новикова Светлана Владимировна  
Доктор технических наук, профессор  
Кафедра Прикладной математики и информатики  
+7-9033079253

# Все мы немного муравейники

(а может и много)



# Нейронная сеть – это ФОРМУЛА!

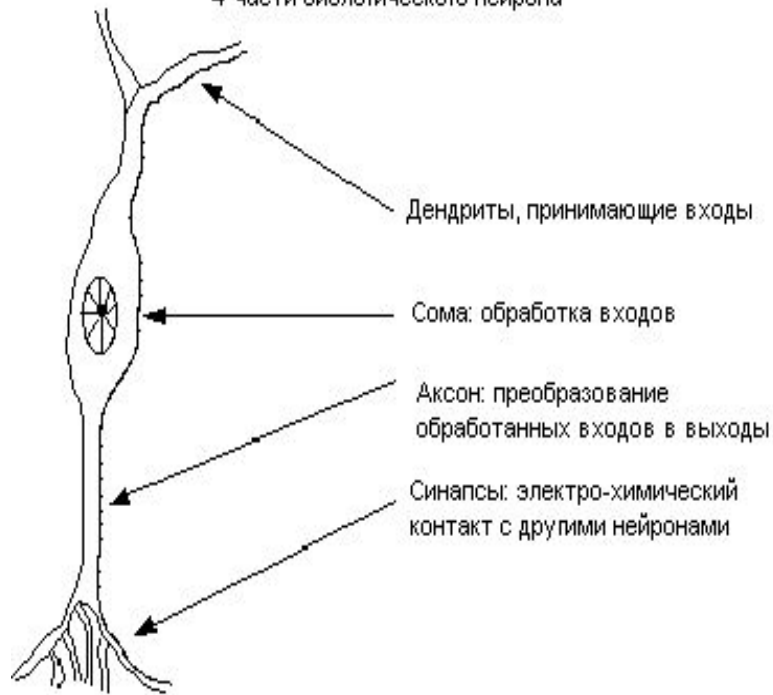




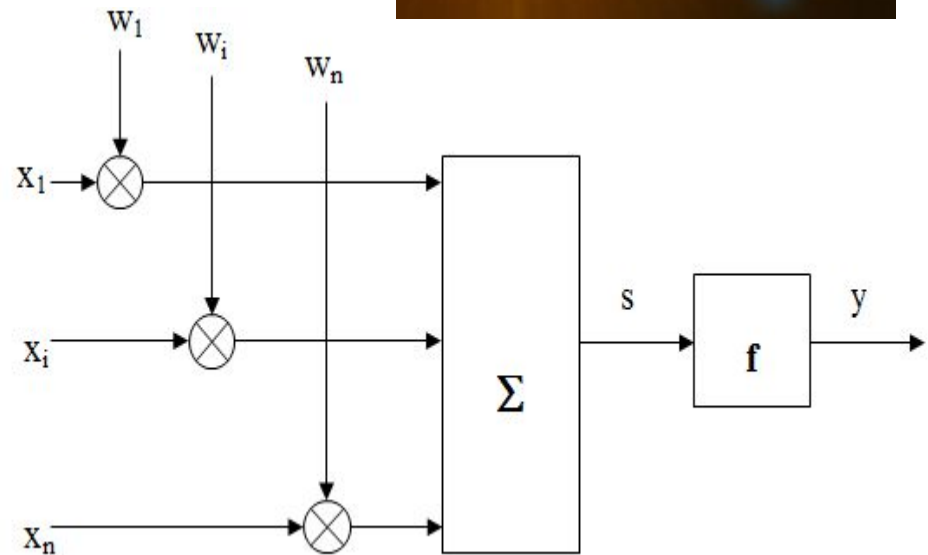
# Биологический и искусственный нейрон



4 части биологического нейрона

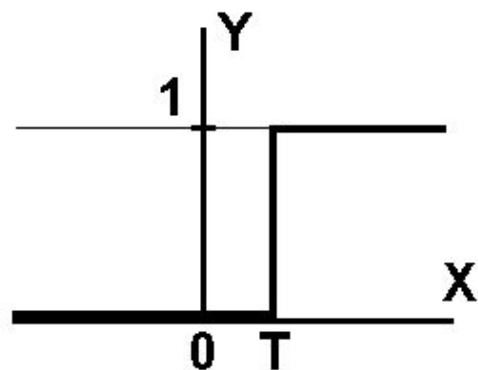


Биологический нейрон

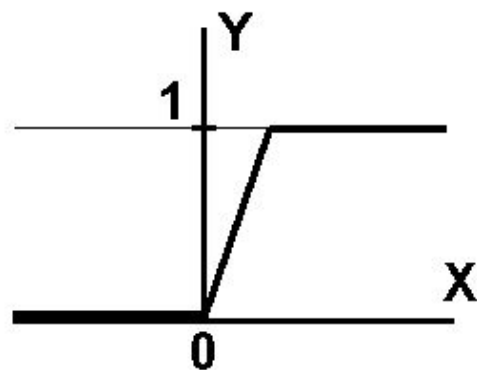


Базовый искусственный нейрон

# Передаточные функции

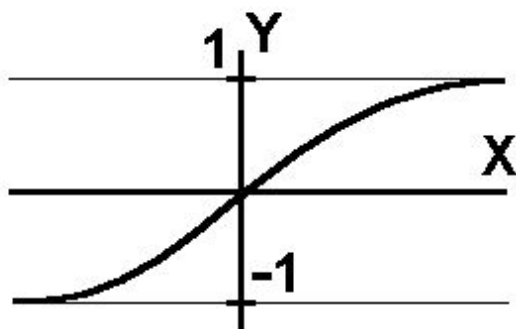


а)

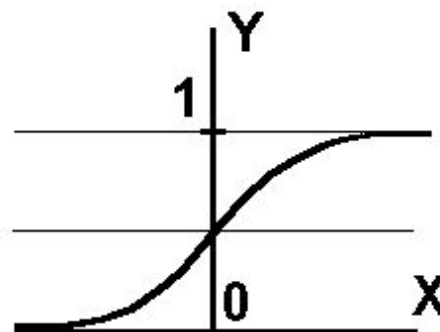


б)

а) пороговая функция единичного скачка; б) линейный порог (с насыщением);



в)

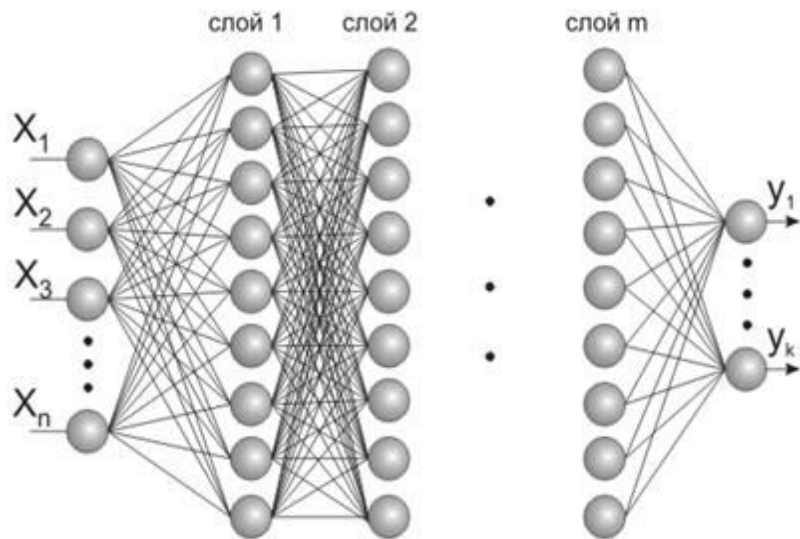


г)

в) гиперболический тангенс;  
сигмоида

г)

# Объединение нейронов в сети



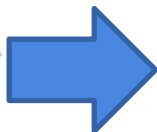
Многослойный персептрон

$$y = \left( \sum_{j=1}^M w_{j1}^{(2)} \left( \frac{e^{2 \sum_{i=1}^N w_{ij}^{(1)} x_j - 1} - 1}{e^{2 \sum_{i=1}^N w_{ij}^{(1)} x_j - 1} + 1} \right) - 1 \right)$$

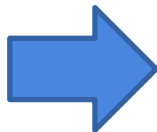
# Итерационное обучение, или обучение с УЧИТЕЛЕМ



Обучение

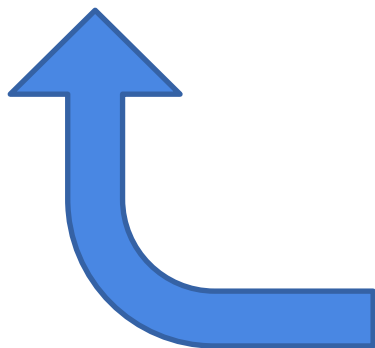


Ответ после обучения



$A \neq O$

Расчет ошибки



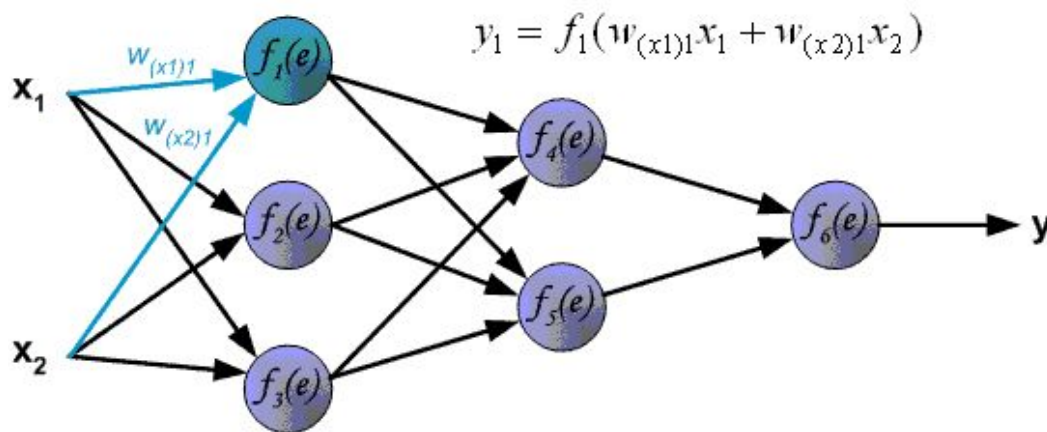
Корректировка



# Алгоритм обратного распространения ошибки

# FP

**Основной принцип обучения:** если сеть дает неправильный ответ, то веса корректируют так, чтобы уменьшить ошибку.



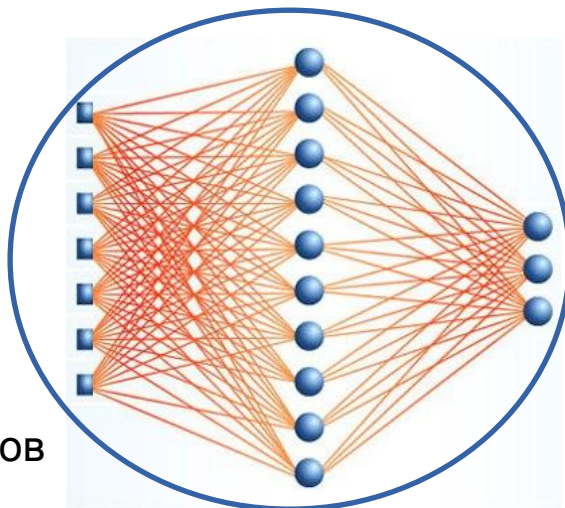
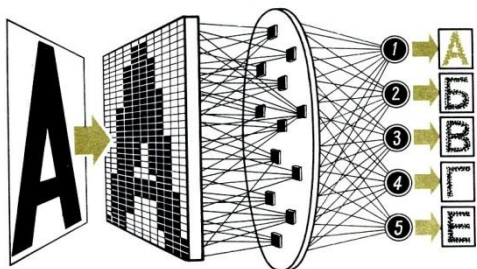
№	Улицы	легковые авто	грузовые авто	автобусы	легковые авто дизель	грузовые авто дизель	тракторы	автобусы дизель	свинец
1	ул.Техническая, р-н ТЭЦ-1	1260	192	84	24	78	18	42	143625,8
2	ул.Тукаевкая, ост. Сайдашева	1734	102	210	24	42	12	48	197371,4
3	ул.Нариманова, у рынка	1386	174	114	18	84	0	18	126194,3



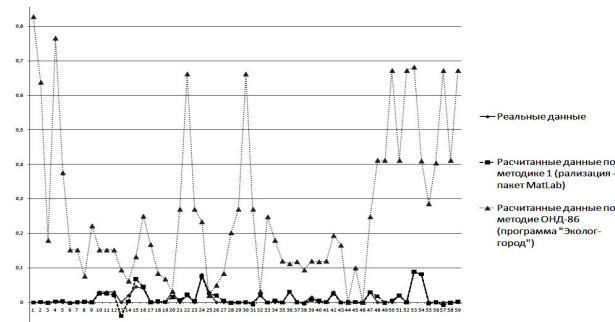
# Персептрон может ВСЕ!

(ну, или почти...)

## Распознавание текста



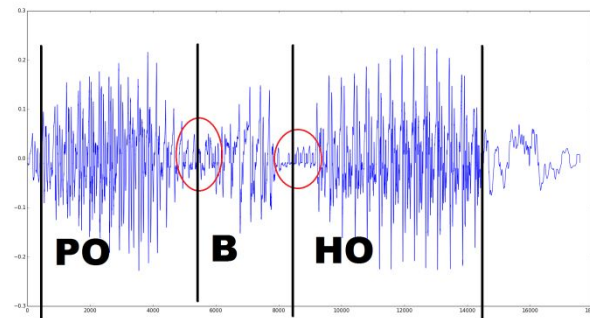
## Расчет загрязнения атмосферы



## Прогноз финансовых рынков



## Распознавание речи



# Кластеризация, или «разложи все по кучкам»

Сети для специальных  
задач: кластеризация

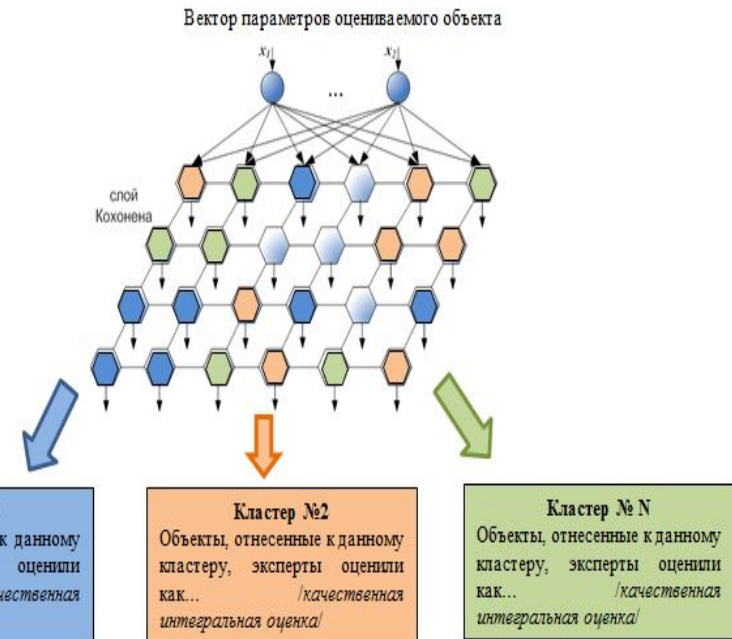
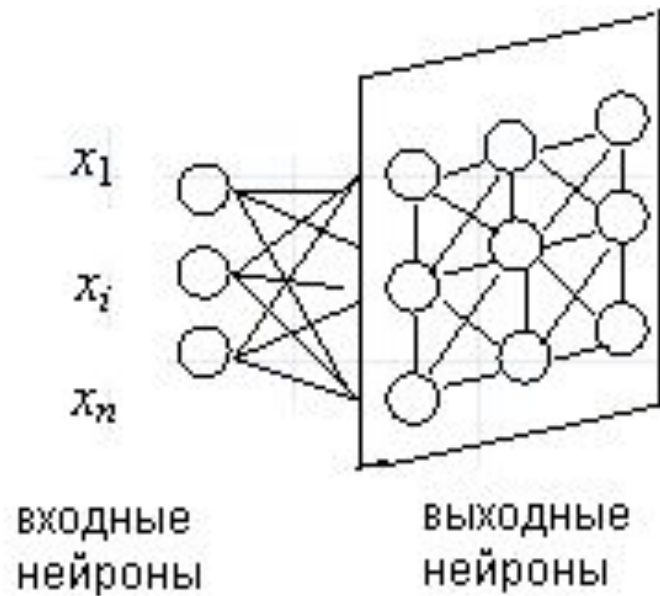


Несгруппированные  
объекты



# Самообучающиеся нейронные сети: сеть Кохонена

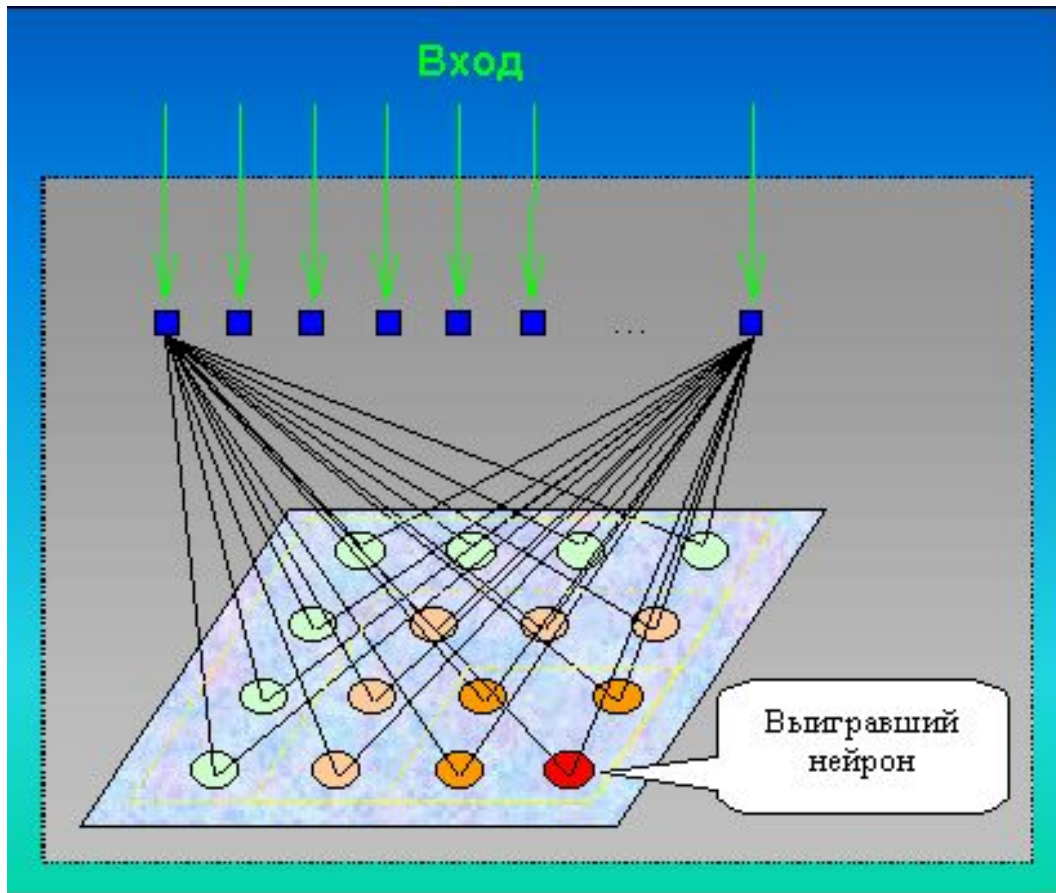
Сети для специальных задач: кластеризация



Сеть обучается самостоятельно, настраивая собственные веса под закономерности в данных по специальной формуле.



# Алгоритм самообучения или «победитель получает все»



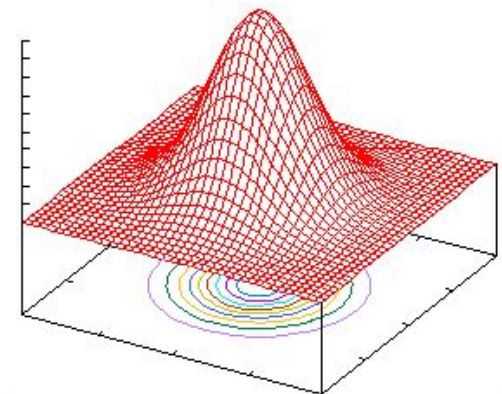
Сети для специальных задач: кластеризация

Определение нейрона-победителя:

$$d_j = \sum_{i=1}^N (x_i(t) - w_{ij}(t))^2$$

Настройка весов нейрона-победителя и его соседей:

$$\Delta w_{i^*}^T = \eta \Lambda(|i - i^*|) (x^T - w_{i^*}^T)$$
$$\Lambda(a) = \exp\left(\frac{-a^2}{\sigma^2}\right)$$

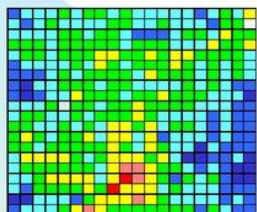




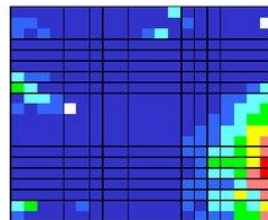
# Раскраска сетей Кохонена, или а оно мне надо?

Сети для специальных  
задач: кластеризация

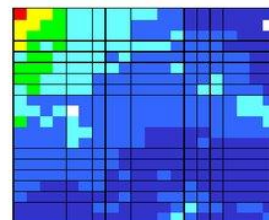
## Анализ карт Кохонена



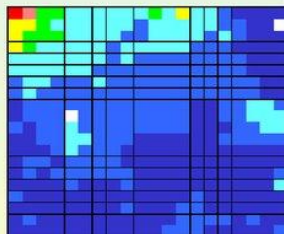
Размер активов



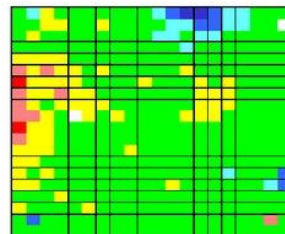
Уставной фонд  
(относительный  
размер)



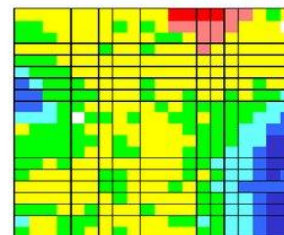
Всего доходов



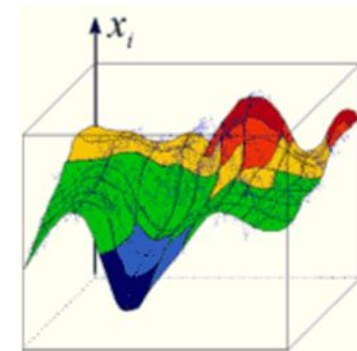
Всего расходов



Прибыль/убыток



Всего обязательств



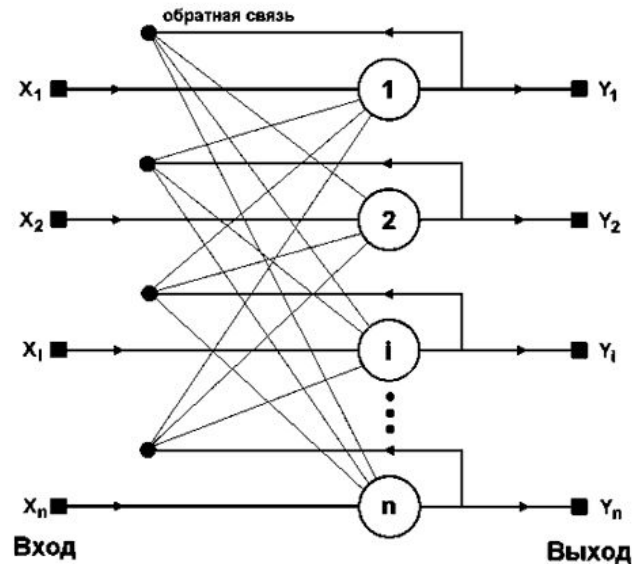
Принцип  
раскраски –  
малым  
значениям  
соответствуют  
оттенки синего,  
большим –  
красного.

Пример анализа деятельности банков

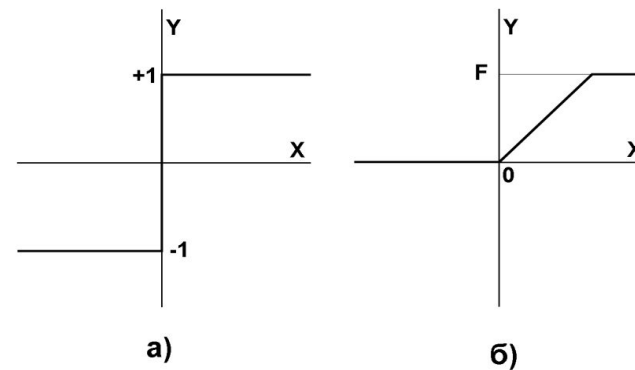
# Рекуррентные нейронные сети

Рекурсия – см. «рекурсия»

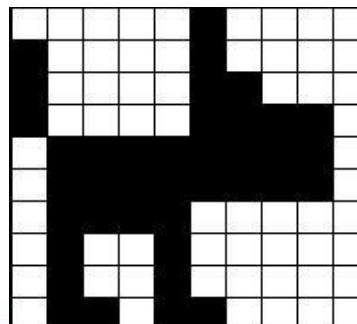
Сети для специальных задач: распознавание образов



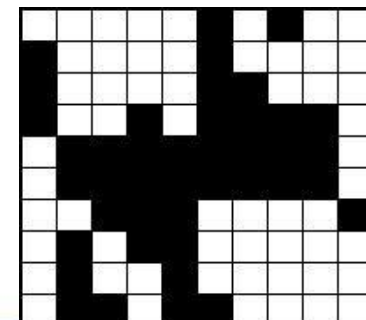
$$y_i(t+1) = f \left[ \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n w_{ij} y_j(t) \right]$$



Образ-эталон для запоминания в сети Хопфилда:



Искаженный образ, предъявляемый для распознавания:

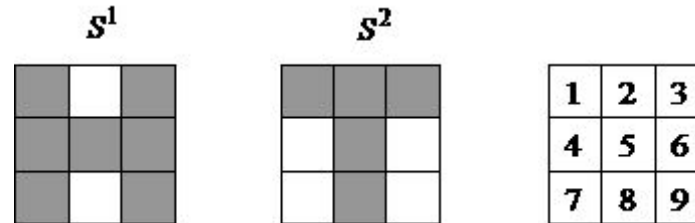


# Обучение сети Хопфилда, или мгновенное обучение

Сети для специальных  
задач: распознавание  
образов

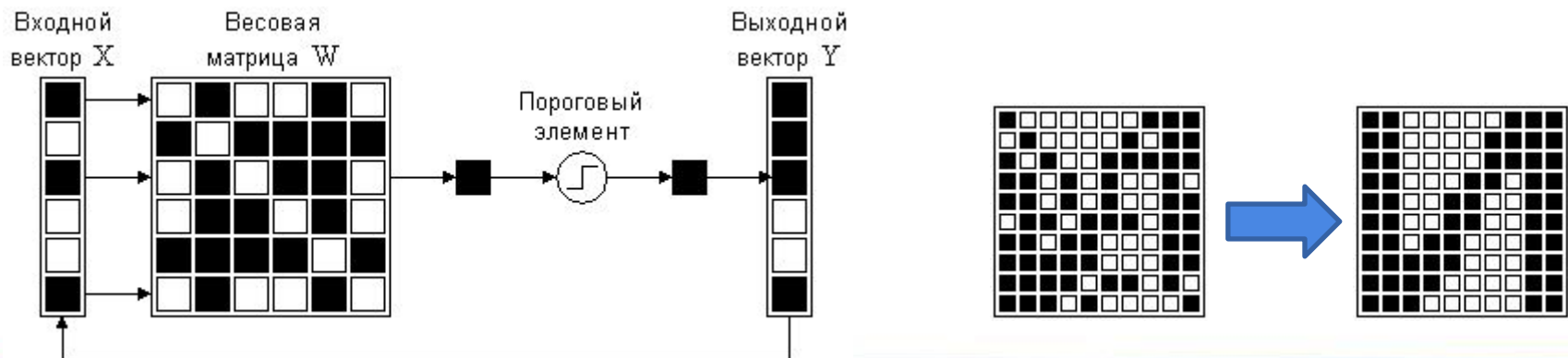
Обучение сети  
Хопфилда:

$$w_{ij} = \begin{cases} \frac{1}{n} \sum_{k=1}^M x_i^k \cdot x_j^k, & j \neq i \\ 0, & j = i \end{cases}$$



$S1 = (+1; -1; +1; +1; +1; +1; +1; -1; +1)$

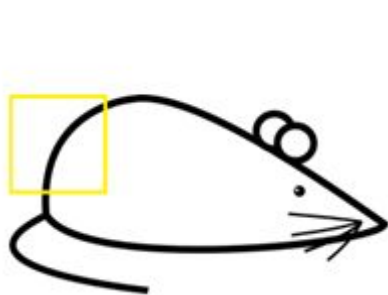
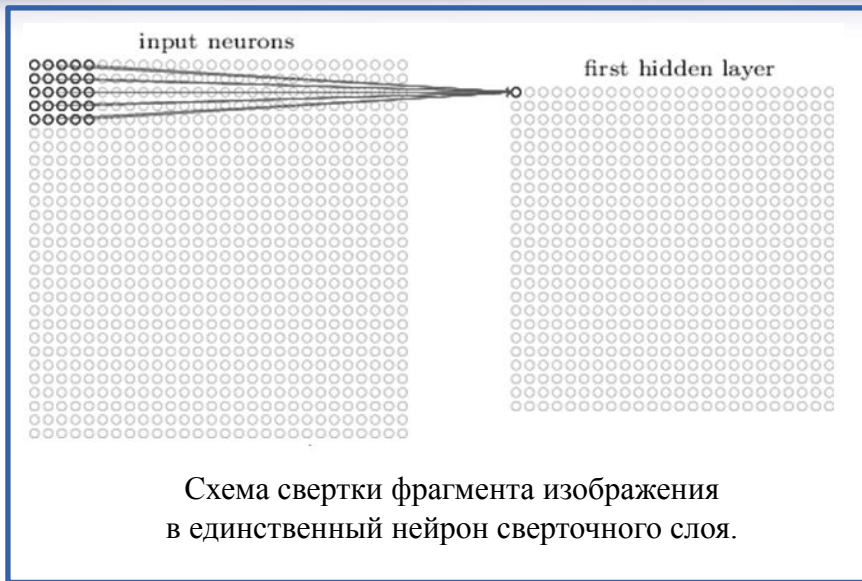
$S2 = (+1; +1; +1; -1; +1; -1; -1; +1; -1)$







# Что и во что мы сворачиваем?



Visualization of the receptive field

0	0	0	0	0	0	30
0	0	0	0	50	50	50
0	0	0	20	50	0	0
0	0	0	50	50	0	0
0	0	0	50	50	0	0
0	0	0	50	50	0	0
0	0	0	50	50	0	0

Pixel representation of the receptive field

\*

0	0	0	0	0	30	0
0	0	0	0	30	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

Pixel representation of filter

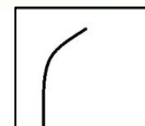


**6600**

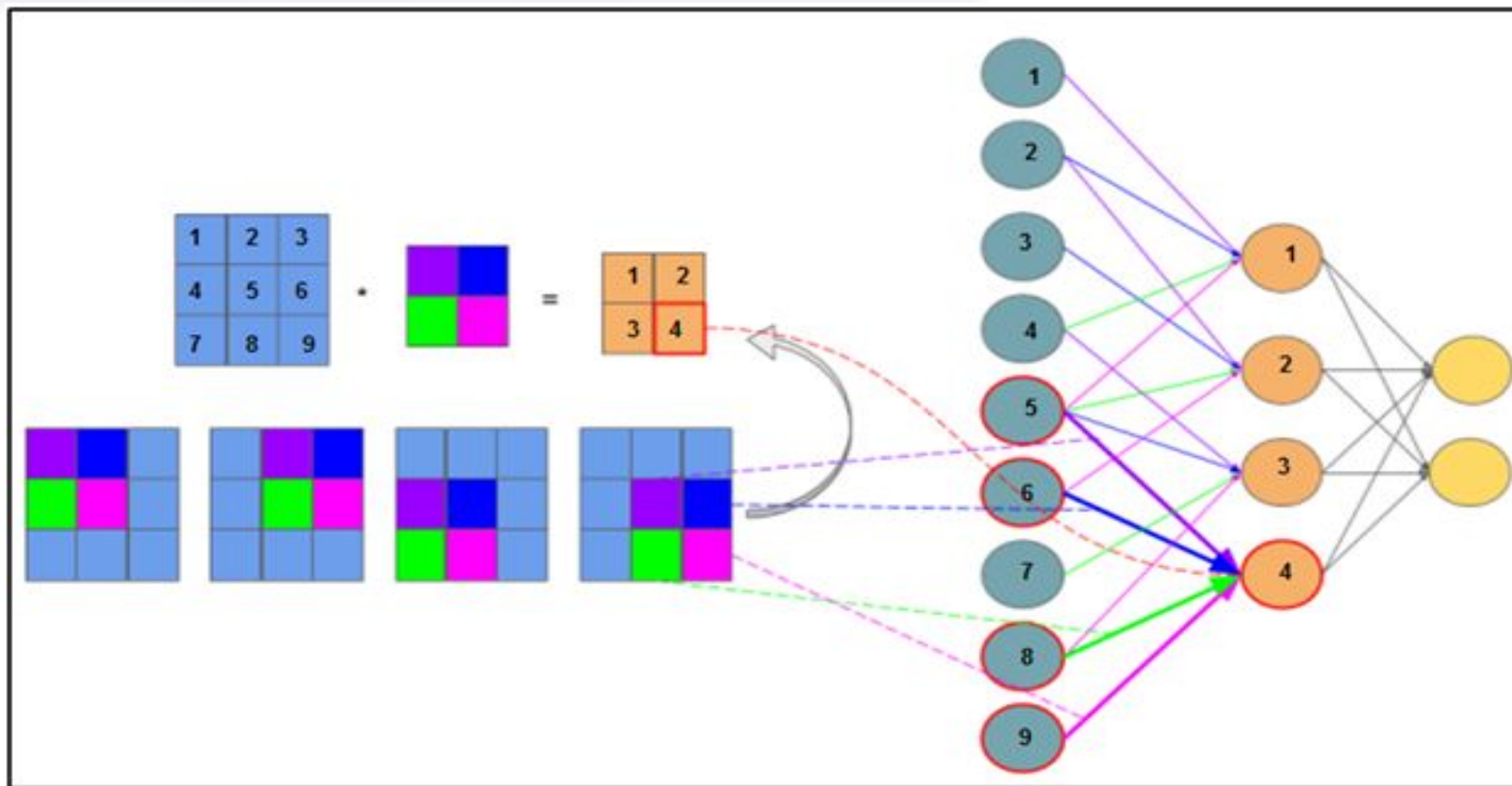
Multiplication and Summation =  $(50 \cdot 30) + (50 \cdot 30) + (50 \cdot 30) + (20 \cdot 30) + (50 \cdot 30) = 6600$  (A large number!)

# Обучение сверточной сети

(а если я не знаю, что ищу?)



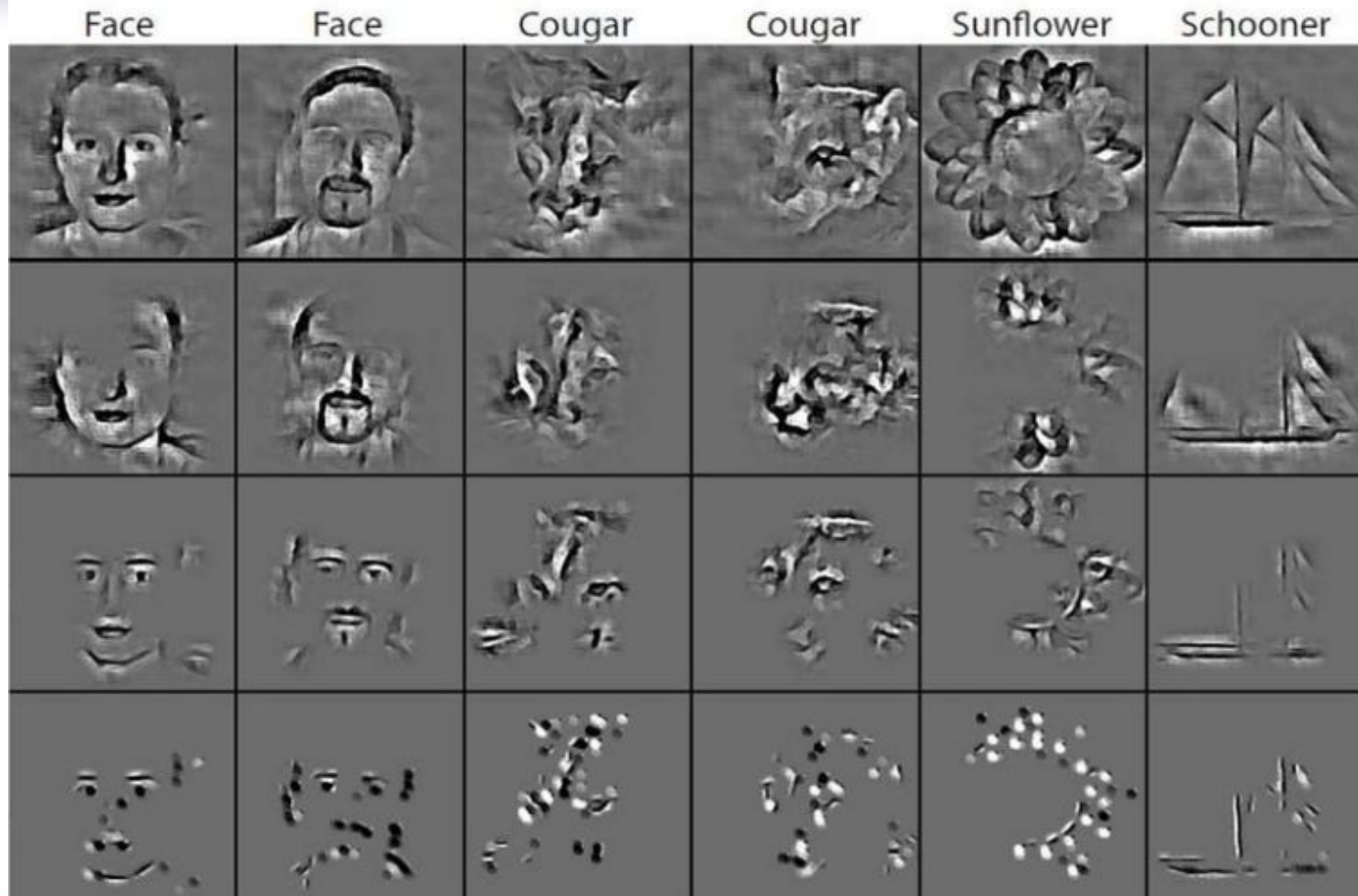
0	0	0	30	0
0	0	30	0	0
0	30	0	0	0
0	30	0	0	0
0	30	0	0	0



Представление сверточной сети в виде персептрона.

# Примеры работы сверточной сети, или от сложного к простому

Сети для специальных  
задач: распознавание  
образов



# Для тех, кто умеет читать

(и гуглить)

- Круглов В.В., Борисов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. 2-е изд., М: Горячая линия – Телеком, 2002. С.382.
- Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / Пер. с польского И.Д. Рудинского. - М.: Финансы и статистика, 2002. - 344 с.
- Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер. с польск. И.Д. Рудинского. – 2-е изд., стереотип. – М.: Горячая линия – Телеком, 2013. – 384 с.
- Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание. : Пер. с англ – М. : Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.: - Парал. тит. англ.
- С. Николенко, А.Кадурын, Е.Архангельская. Глубокое обучение. – СПб.: Питер, 2018.-480 с.: ил – (Серия «Библиотека программиста»).



# Для тех, кто умеет открывать ссылки на хабре

и не только

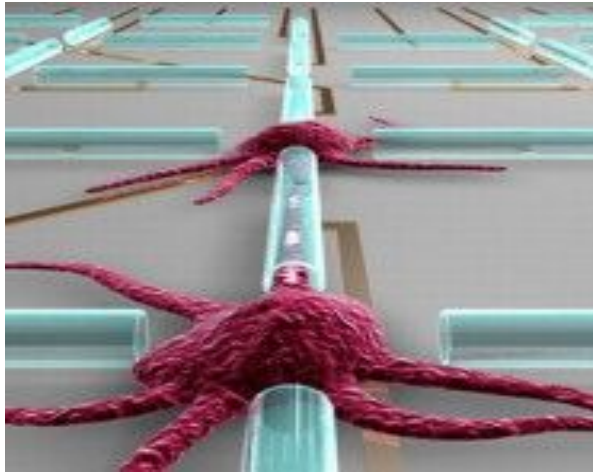
- Алгоритм обучения многослойной нейронной сети методом обратного распространения ошибки. <https://habrahabr.ru/post/198268/>
- Нейронные сети. Самоорганизующиеся карты Кохонена. <https://www.intuit.ru/studies/courses/6/6/lecture/180?page=3>
- Видеоурок «Самоорганизующаяся карта Кохонена» <https://www.youtube.com/watch?v=KuJTnLHeVU8>
- Глубокое обучение для новичков: тонкая настройка нейронной сети. <https://habr.com/company/wunderfund/blog/315476/>
- Глубокое обучение для новичков: распознаем изображения с помощью сверточных сетей. <https://habr.com/company/wunderfund/blog/314872/>
- Сверточная нейронная сеть: обучение алгоритмом обратного распространения ошибки. <https://habr.com/post/348028/>

## Для тех, кто умеет программировать, или где создать свою нейросеть:

### Пакеты для моделирования (и ссылки на файлы в облаке):

- Deductor - <https://cloud.mail.ru/public/7eadb200fa05/deductor4setup.exe>
- MatLab –
  - <https://cloud.mail.ru/public/J2a2/bM1ooYyoS>
  - <https://cloud.mail.ru/public/NA5t/qQnYdeAXV>
  - <https://cloud.mail.ru/public/FhVd/sSMxRSW6X>
  - <https://cloud.mail.ru/public/8dpa/zSkUsnVxV>
  - <https://cloud.mail.ru/public/NF5u/At8ksEma7>
  - <https://cloud.mail.ru/public/EtrW/TA7RVX96s>
  - <https://cloud.mail.ru/public/1YLn/xnPzEh6dh>
  - <https://cloud.mail.ru/public/78ue/55EtjZkdE>
  - <https://cloud.mail.ru/public/5Wri/8eWPNAHEp>
- Statistica –
  - <https://cloud.mail.ru/public/5nkM/vdJCC5PNJ>
  - <https://cloud.mail.ru/public/WQUH/jM2RegfFT>

Продолжение следует....



Встретимся в  
магистратуре

....