

# Решение задач распознавания образов нейросетями

Кампус

30 ноября 2019

# Классы задач, решаемых современными нейросетями:

- **Классификация:** распознавание образов, распознавание голосов, верификация подписей, постановка диагноза, анализ экспериментальных данных и т.д.
- **Моделирование:** поведение системы, поставленной в определенные условия.
- **Прогноз:** погода, ситуация на рынке ценных бумаг, бега, выборы и т.д.

## Комплексные задачи:

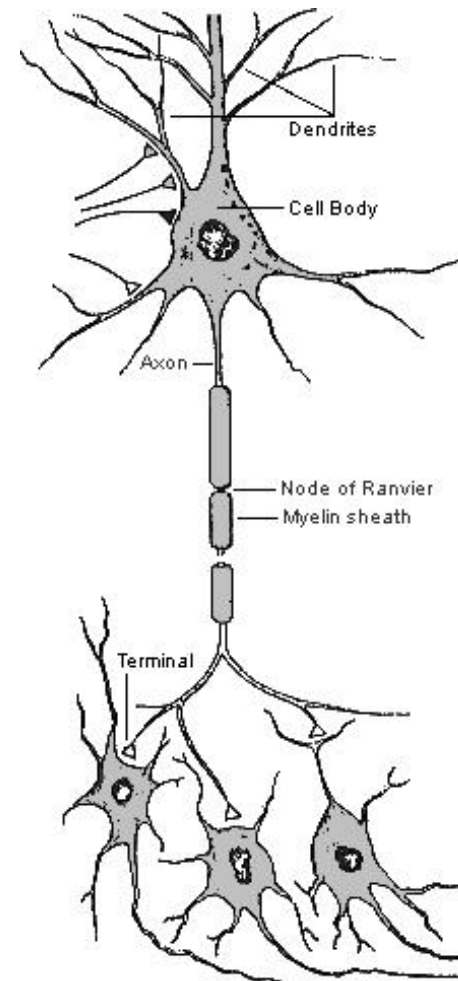
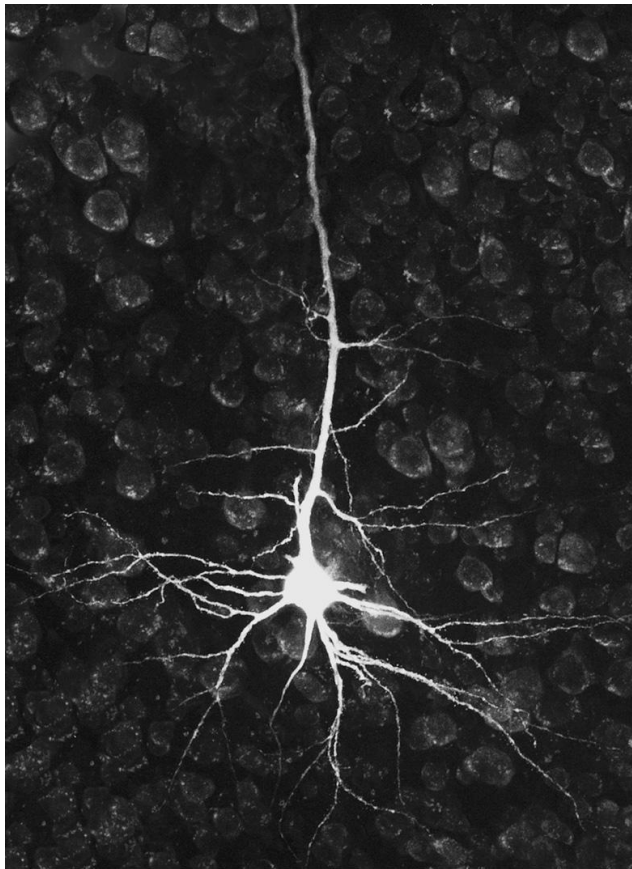
- управление
- принятие решений

# Нейронные сети: основные положения



# Нейронные сети

## РЕАЛЬНЫЙ НЕЙРОН



# Нейронные сети: рождение идеи (1943)

Уоррен Маккаллох  
(1898-1969)



Уолтер Питтс  
(1923-1969)



«Логическое исчисление присуще нейронной активности» (1943)

# Теоретическая концепция искусственной сети Маккаллоха и Питтса

Три типа нейронов:

- входные (рецепторы) -- активируются извне;
- внутренние (центральные) -- активируются входными и прочими нейронами и активируют входные и прочие нейроны;
- выходные (эффекторы) -- получают импульсы от центральных и входных нейронов и отвечают за выполнение действия.

# Теоретическая концепция искусственной сети Маккаллоха и Питтса

Правила функционирования сети:

- задержки в распространении активации одинаковы для всех нейронов сети;
- нейроны импульсируют не постоянно, а только в определенные моменты;
- каждый выходной синапс одного нейрона соответствует только одному входному синапсу следующего нейрона;
- на любом нейроне может сходиться несколько синапсов;
- входные синапсы вносят вклад в преодоление порога активации, при переходе через который (и только в этом случае) нейрон начинает передавать импульс.

# Мозг человека в сравнении с компьютером: отличительные черты

- $10^{11}$  нейронов,  $10^{14}$ - $10^{15}$  связей между нейронами.
- Частота импульсации --  $10^2$  Гц (современные персональные компьютеры -- до  $10^9$  Гц).

***NB!*** Медлительность и ненадежность отдельных нейронов компенсируется их количеством.

- Параллельная переработка информации (в компьютерах -- преимущественно последовательная).
- «Переход количества в качество»: богатство поведения.
- Нельзя сказать, что мозг исходно «готов к использованию»: велика роль обучения.



# СИМВОЛЬНЫЕ И НЕЙРОСЕТЕВЫЕ МОДЕЛИ: ОСНОВНЫЕ РАЗЛИЧИЯ

	Машина фон Неймана	Биологическая нейронная система
Процессор	Сложный	Простой
	Высокоскоростной	Низкоскоростной
	Один или несколько	Большое количество
Память	Отделена от процессора	Интегрирована в процессор
	Локализована	Распределенная
	Адресация не по содержанию	Адресация по содержанию
Вычисления	Централизованные	Распределенные
	Последовательные	Параллельные
	Хранимые программы	Самообучение
Надежность	Высокая уязвимость	Живучесть
Специализация	Численные и символьные операции	Проблемы восприятия

Jain A.K., Mao J., Mohiuddin K.M. "Artificial Neural Networks. A Tutorial" // Computer. 1996. V.29. No3.

# Основные понятия

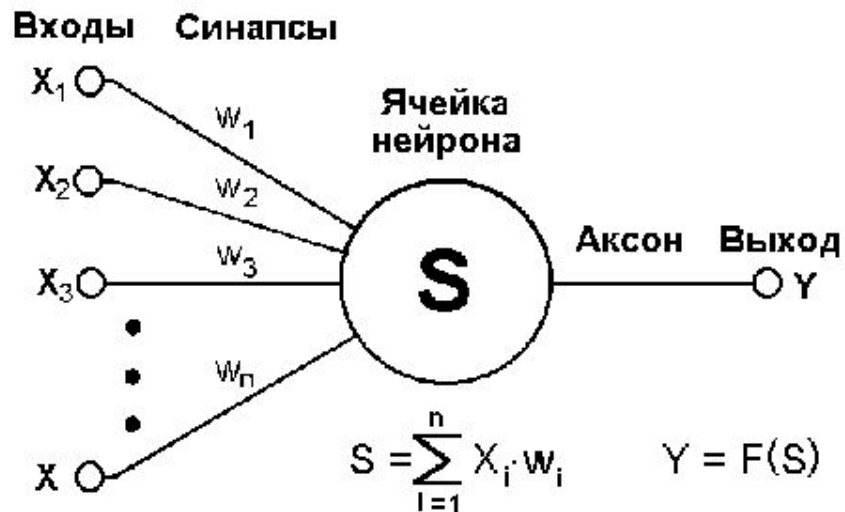


Рисунок 1. Математическая модель нейрона

X –Входы, группа синапсов

W-Вес синаптической связи

S -Текущее состояние нейрона, определяется взвешенная сумма его входов

Y-Выход нейрона, определяется функцией активации F(S)

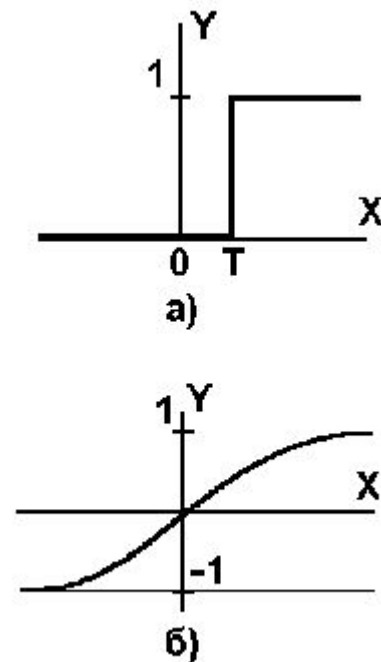


Рисунок 2. Функция активации

# Нейросетевой подход: основные положения

- Процессы познания -- результат взаимодействия большого числа простых перерабатывающих элементов, связанных друг с другом и организованных в слои. «Переработка информации» -- определенный ответ элемента на воздействия извне.
- Знания, управляющие процессом переработки, хранятся в форме *весовых коэффициентов связей* между элементами сети. Главное -- не элементы, а связи между ними («*субсимвольный подход*»).
- Обучение -- процесс изменения весовых коэффициентов связей между элементами сети (приспособления их к решению определенной задачи).

# ОБУЧЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Дональд Олдинг Хебб  
(1904-1985)

Правило Хебба (1949):  
между одновременно  
активированными  
нейронами сети пороги  
синаптической связи  
снижаются.



**Итог** -- образование *«нейронного ансамбля»*, который все быстрее активизируется при каждом очередном повторении входа.



# Современные парадигмы обучения нейронных сетей

- с учителем



Есть готовый ответ

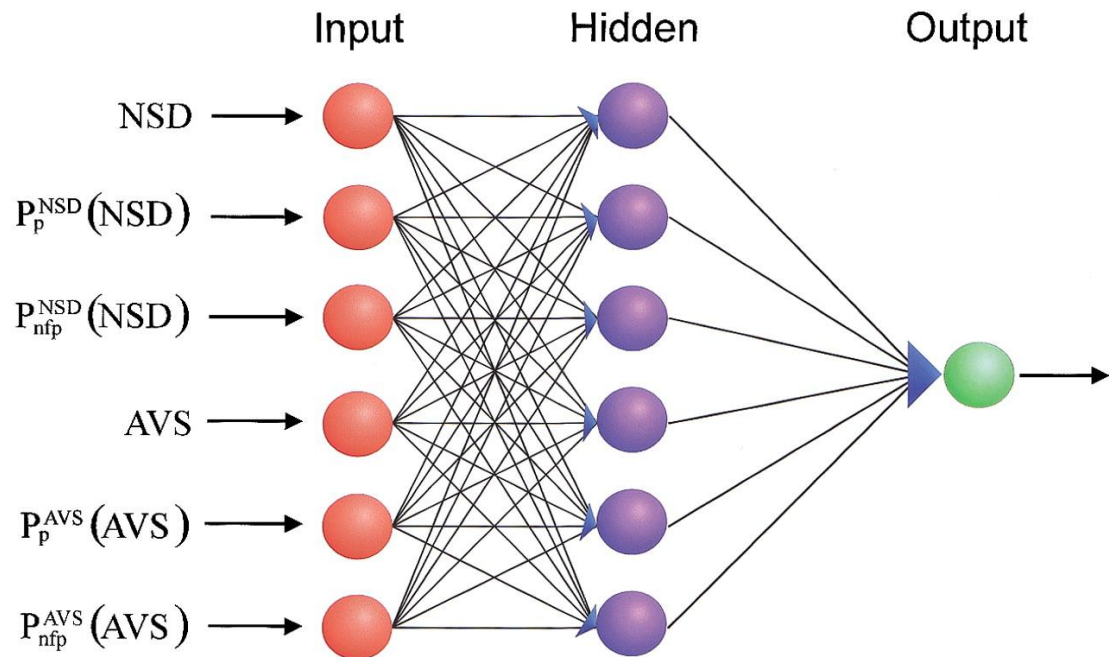
- без учителя



Самообучение

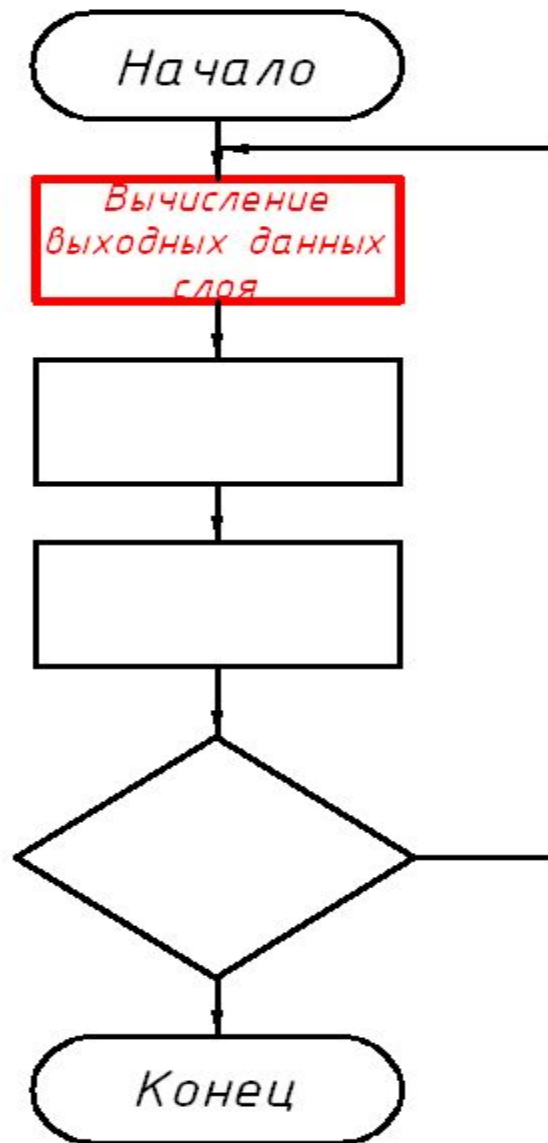
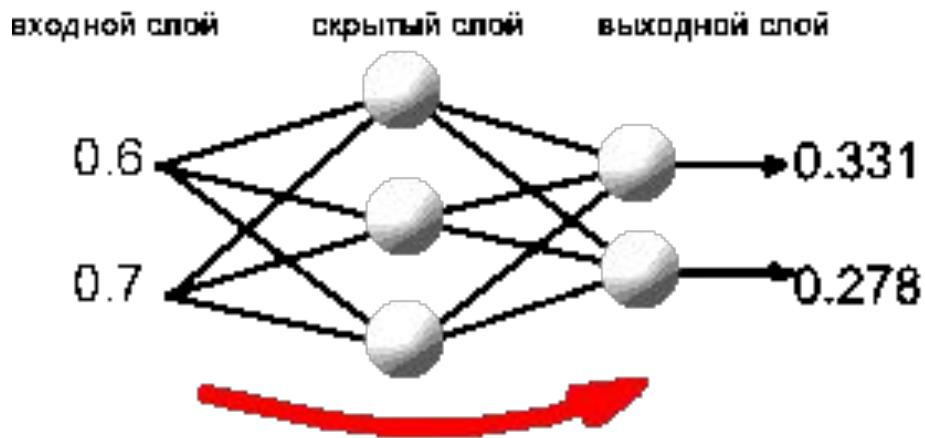
# Определение

**Алгоритм обратного распространения ошибки** - это один из методов обучения многослойных нейронных сетей прямого распространения



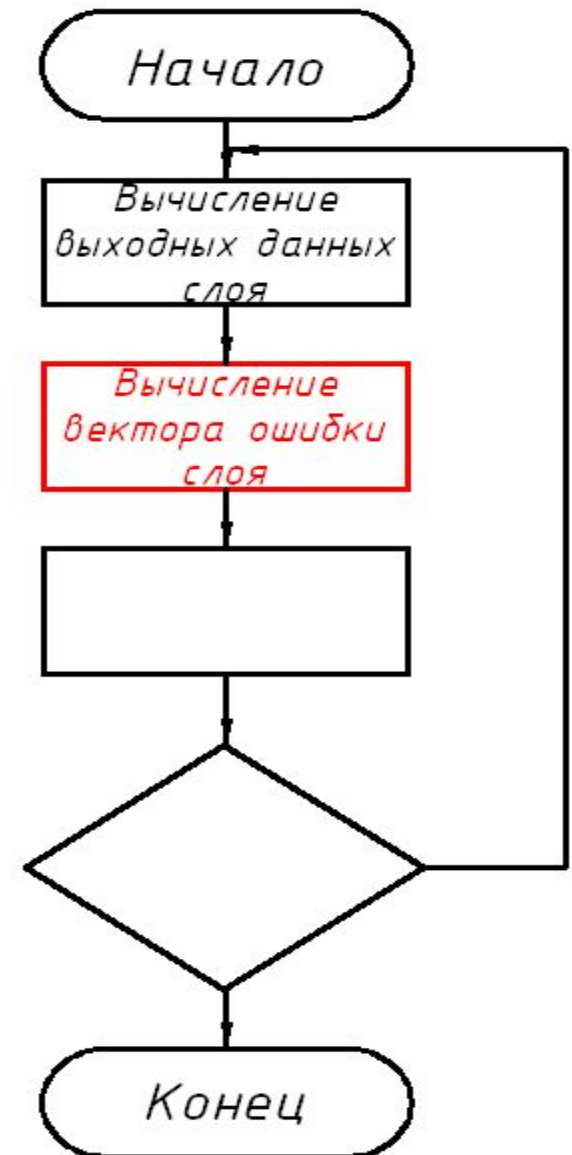
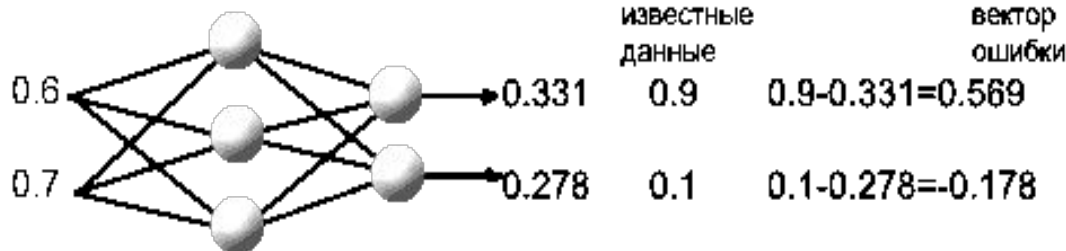
# Алгоритм. Шаг 1

сеть функционирует в нормальном режиме - вычисляются выходные данные



# Алгоритм. Шаг 2

- сравнение выходных данных с известными выходными данными для данного входного набора.
- вычисление вектора ошибки.

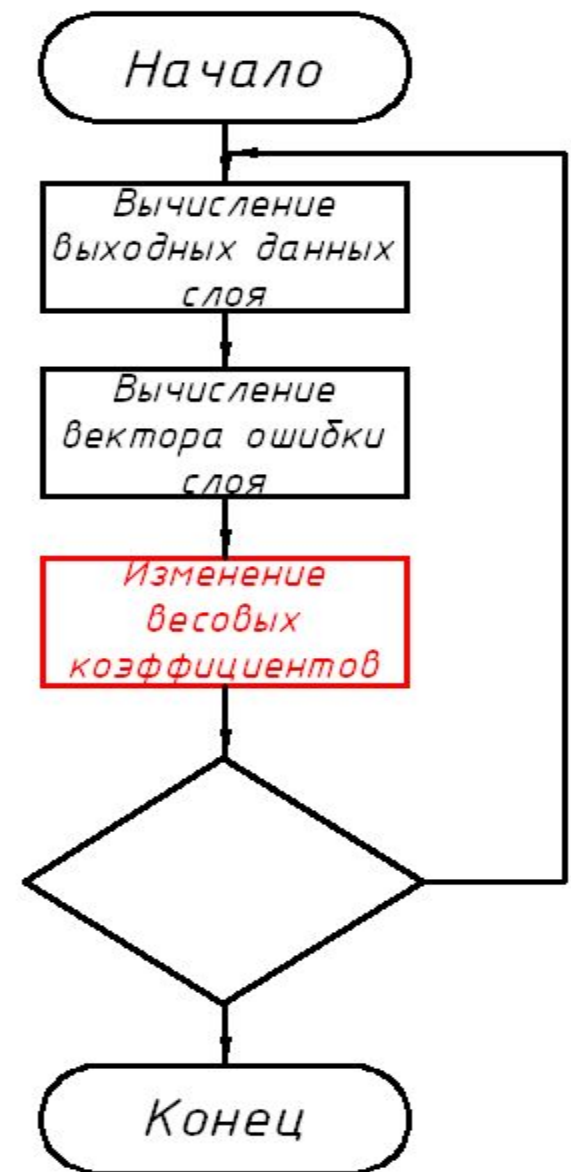
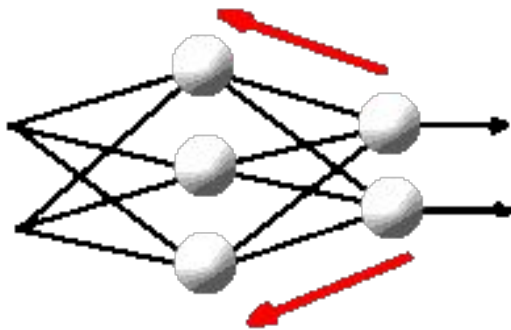




# Алгоритм. Шаг 3

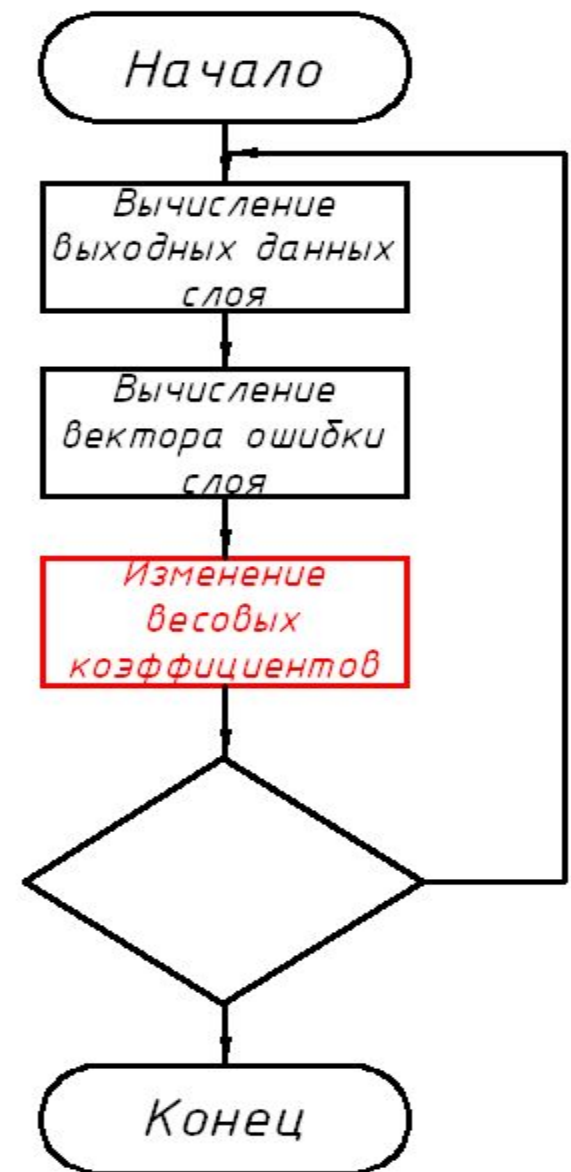
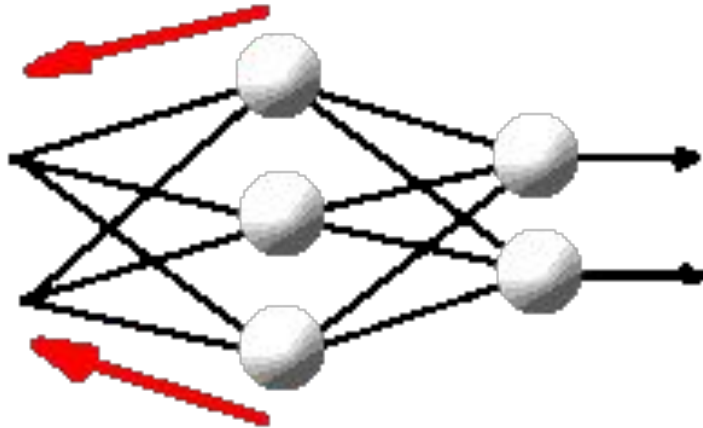
- использование вектора ошибки для изменения весовых коэффициентов ВЫХОДНОГО СЛОЯ

для уменьшения вектора ошибки при повторной подаче того же набора входных данных



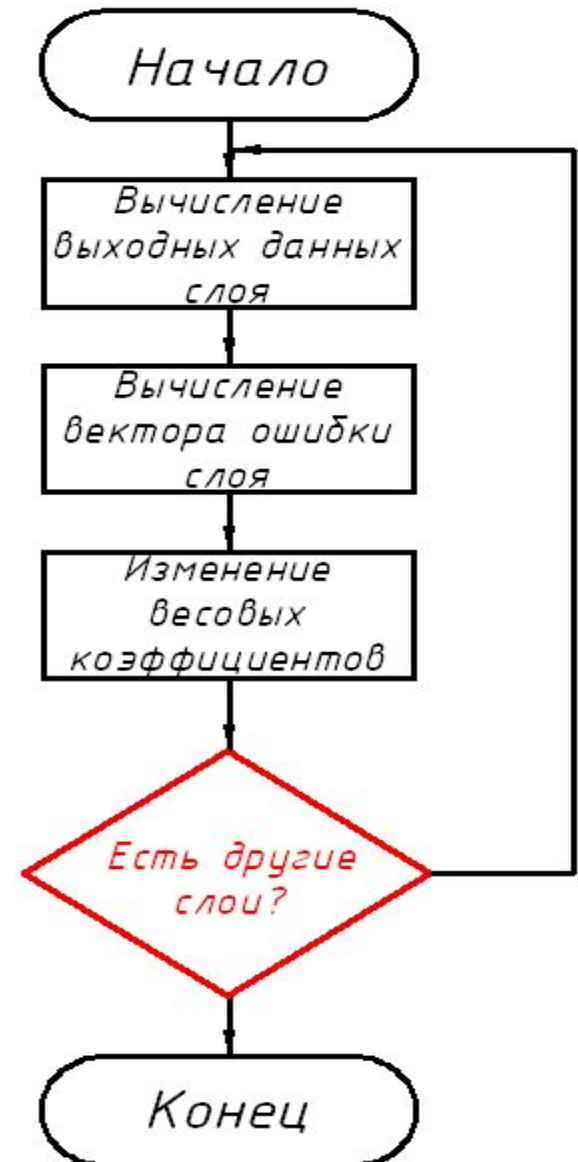
# Алгоритм. Шаг 4

- изменение весовых коэффициентов скрытого слоя



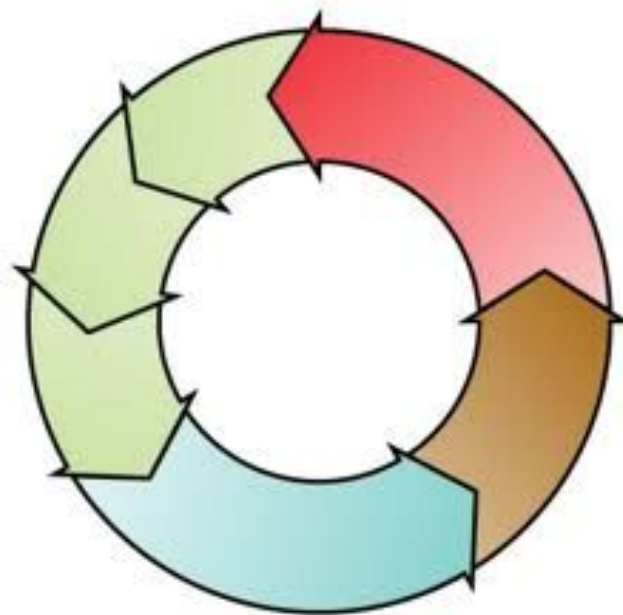
## Алгоритм. Шаг 5

- если в сети существует входной слой (именно слой, а не ряд входных значений), с ним проводятся аналогичные действия



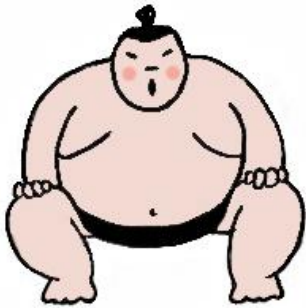
# Особенность обучения сети

- сеть обучается путем предъявления каждого входного набора данных и последующего распространения ошибки
- цикл повторяется много раз

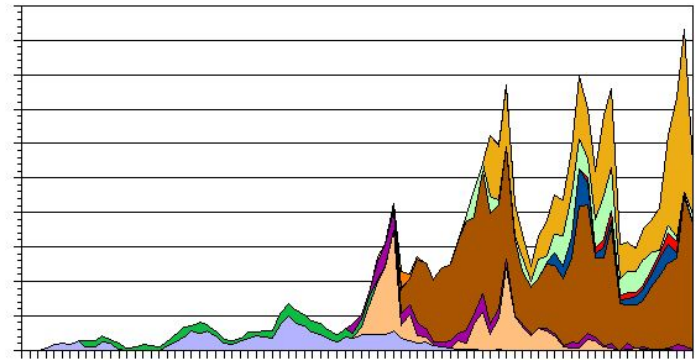


# Недостатки алгоритма

- Паралич сети



- Локальные минимумы



- Размер шага



- Переобучение сети

%-)

# Нейронные сети. Классификатор.



# Постановка Задачи

Построить нейронную сеть – классификатор.

Сеть распознает представленные ей образы, например графические файлы с изображением цифр.



1



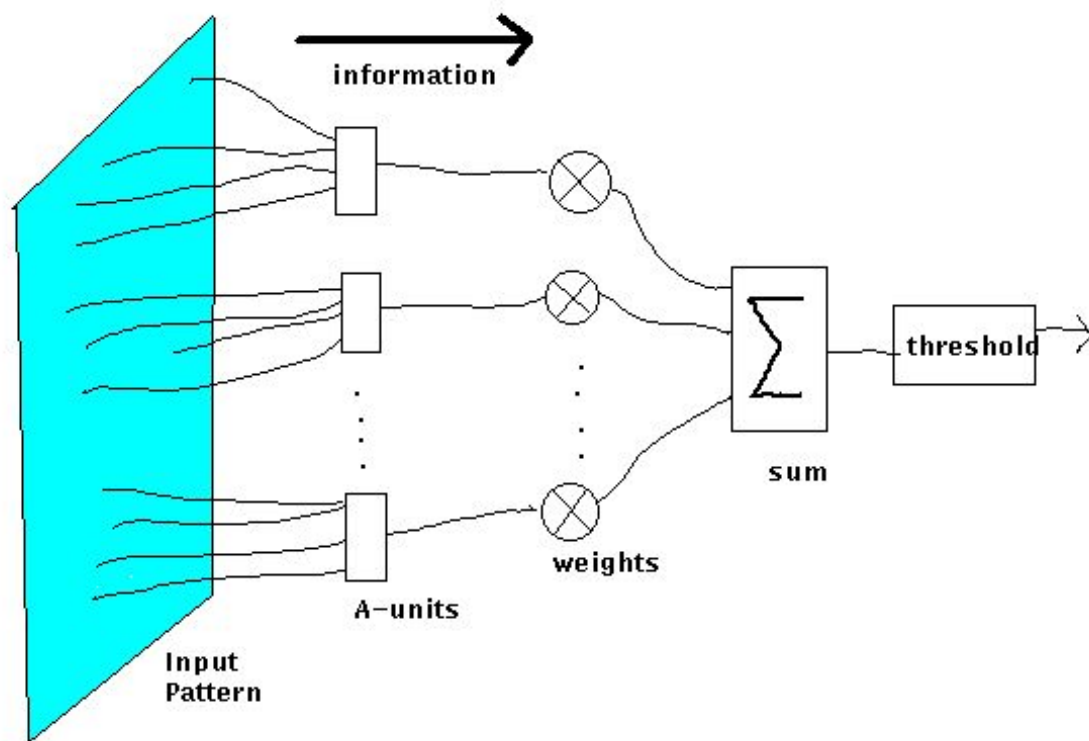
2



3

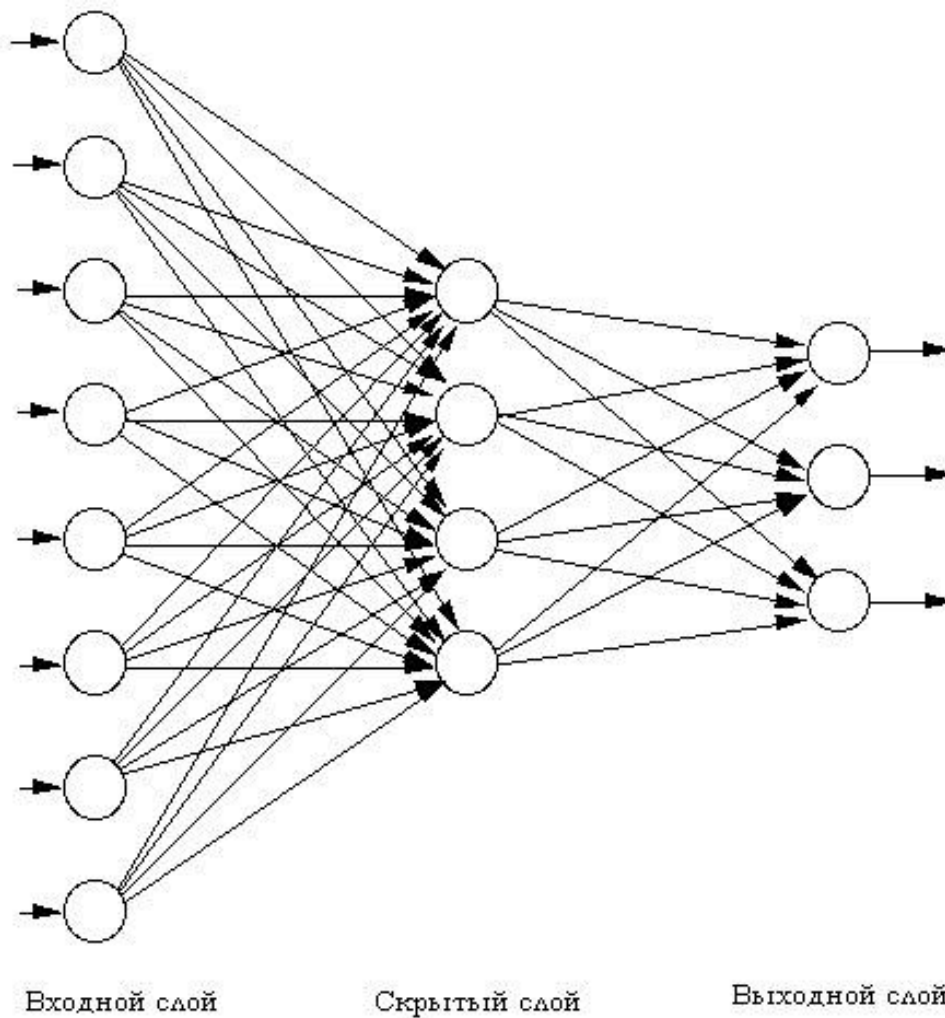
# Развитие нейронных сетей

Фрэнк Розенблатт (1928-1969),  
Корнельский университет, США --  
перцептрон (1958)





# АРХИТЕКТУРА НЕЙРОННОЙ СЕТИ



# Реализация

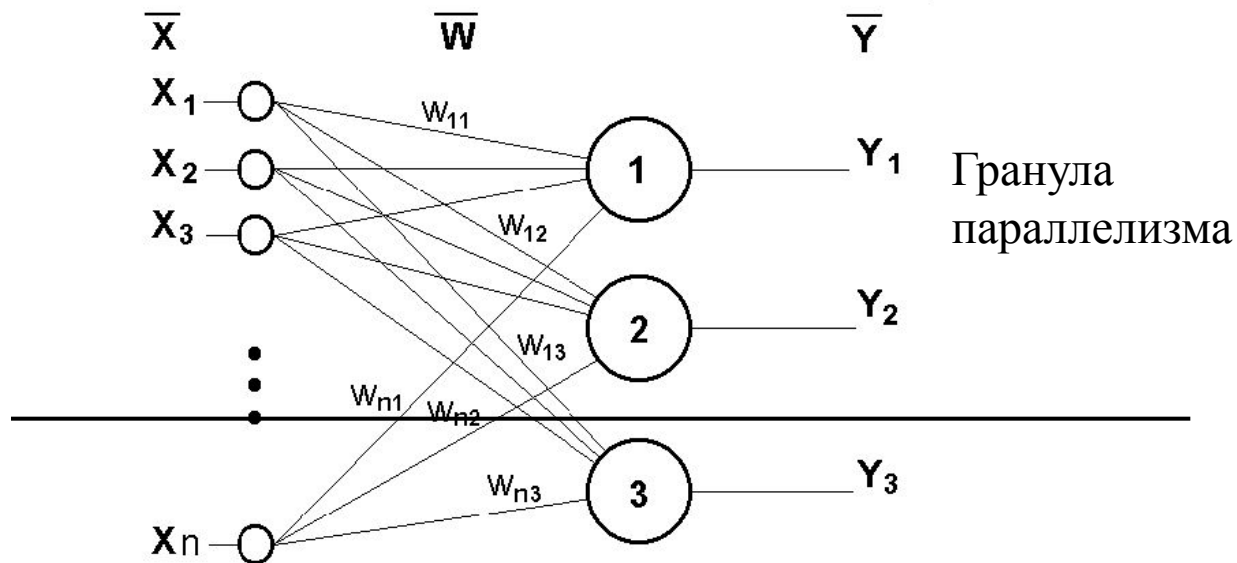


Рисунок 3. Однослойный персептрон

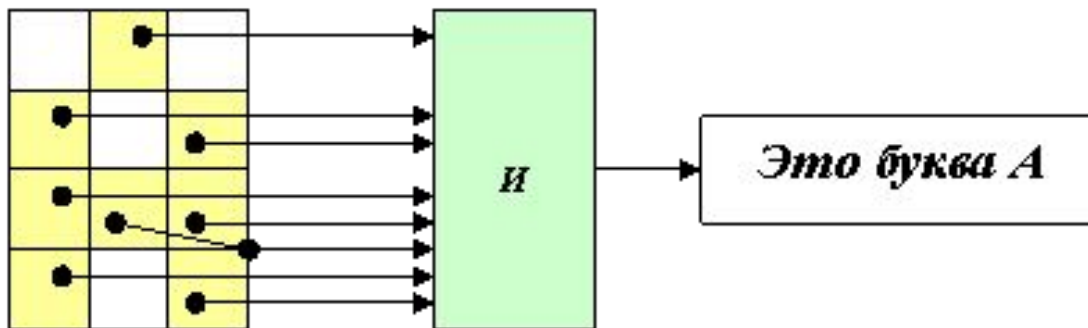
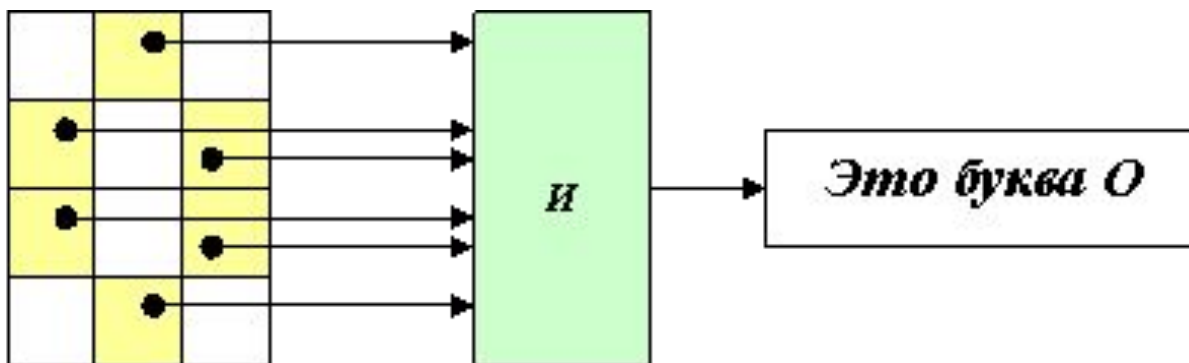
Гранула параллелизма группа из  $N_p$  нейронов

$N_p = N / N_{proc}$ , где

$N$  - общее количество нейронов

$N_{proc}$  - количество процессоров в системе

# Построение обученной нейросети

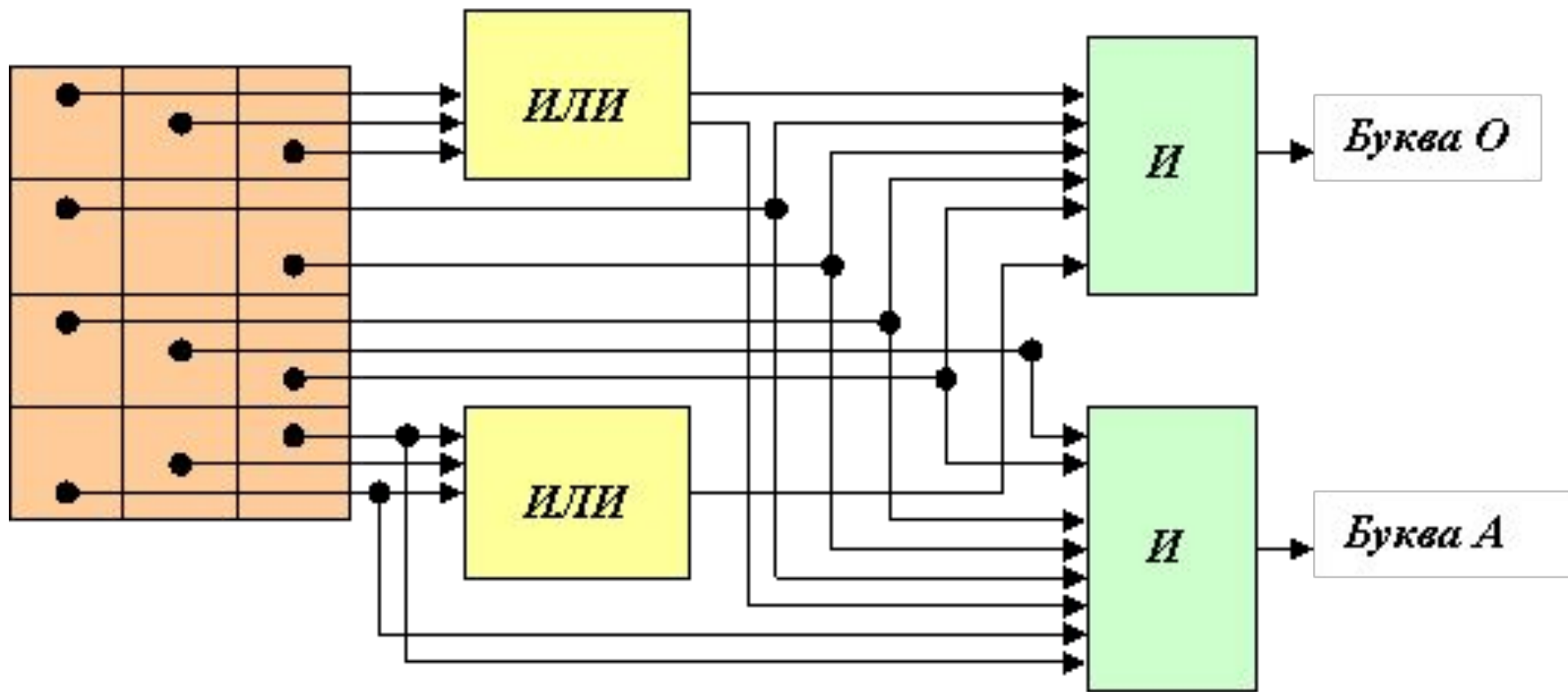


## Система распознавания двух "правильно" заданных букв

- Пометим каждую клетку экрана ее координатами. Тогда на языке математической логики сделанное нами можно записать в виде логических высказываний - предикатов:
- $(1,2) (2,1) (2,3) (3,1) (3,3) (4,2) - O$
- $(1,2) (2,1) (2,3) (3,1) (3,2) (3,3) (4,1) (4,3) - A .$

- Но что делать, если буквы на экране пишутся дрожащей рукой? Тогда мы должны разрешить альтернативную засветку каких-то соседних клеток экрана и учитывать это с помощью операции дизъюнкции, *ИЛИ*. Как известно, в результате выполнения этой операции формируется единичный сигнал в том случае, если на входе есть хоть один единичный сигнал.

- Рассмотрим возможность *распознавания* буквы **O**, допустив возможность засветки клеток (1,1), (1,3), (4,1), (4,3). Тогда ранее построенный предикат примет вид  
 $((1,1) (1,2) (1,3)) (2,1) (2,3) (3,1) (3,3) ((4,1) (4,2) (4,3)) - O$ .
- Аналогично, для буквы **A** допустим засветку клеток (1,1) и (1,3):  
 $((1,1) (1,2) (1,3)) (2,1) (2,3) (3,1) (3,2) (3,3) (4,1) (4,3) - A$ .



# Проблемы реализации и их решение

Проблемы:

1. Большой объем передачи данных
2. Малая вычислительная сложность гранул параллелизма

Решение:

- 1.1. Первоначальная загрузка весовых коэффициентов
- 1.2. Выбор размерности типа данных изображения
- 2.1. Выделение гранул параллелизма с большим количеством нейронов
- 2.2. Выбор функции активации (если требуется)



# НЕЙРОННЫЕ СЕТИ: ЛИТЕРАТУРА И ССЫЛКИ В ИНТЕРНЕТЕ

Круглов В.В., Борисов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика (2 изд).

Уоссерман Ф. "Нейрокомпьютерная техника" (перевод на русский язык):  
<http://neurnews.iu4.bmstu.ru/book/nkt/>

Джейн А., Мао Ж., Моиуддин К.М. Введение в искусственные нейронные сети (перевод на русский язык)  
<http://www.osp.ru/os/1997/04/16.htm>

Статьи на портале по искусственному интеллекту Омского университета:  
<http://newasp.omskreg.ru/intellect/f20.htm>  
<http://newasp.omskreg.ru/intellect/f19.htm>

Gurney K. Neural Nets (на английском языке)  
<http://www.shef.ac.uk/psychology/gurney/notes/>