



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

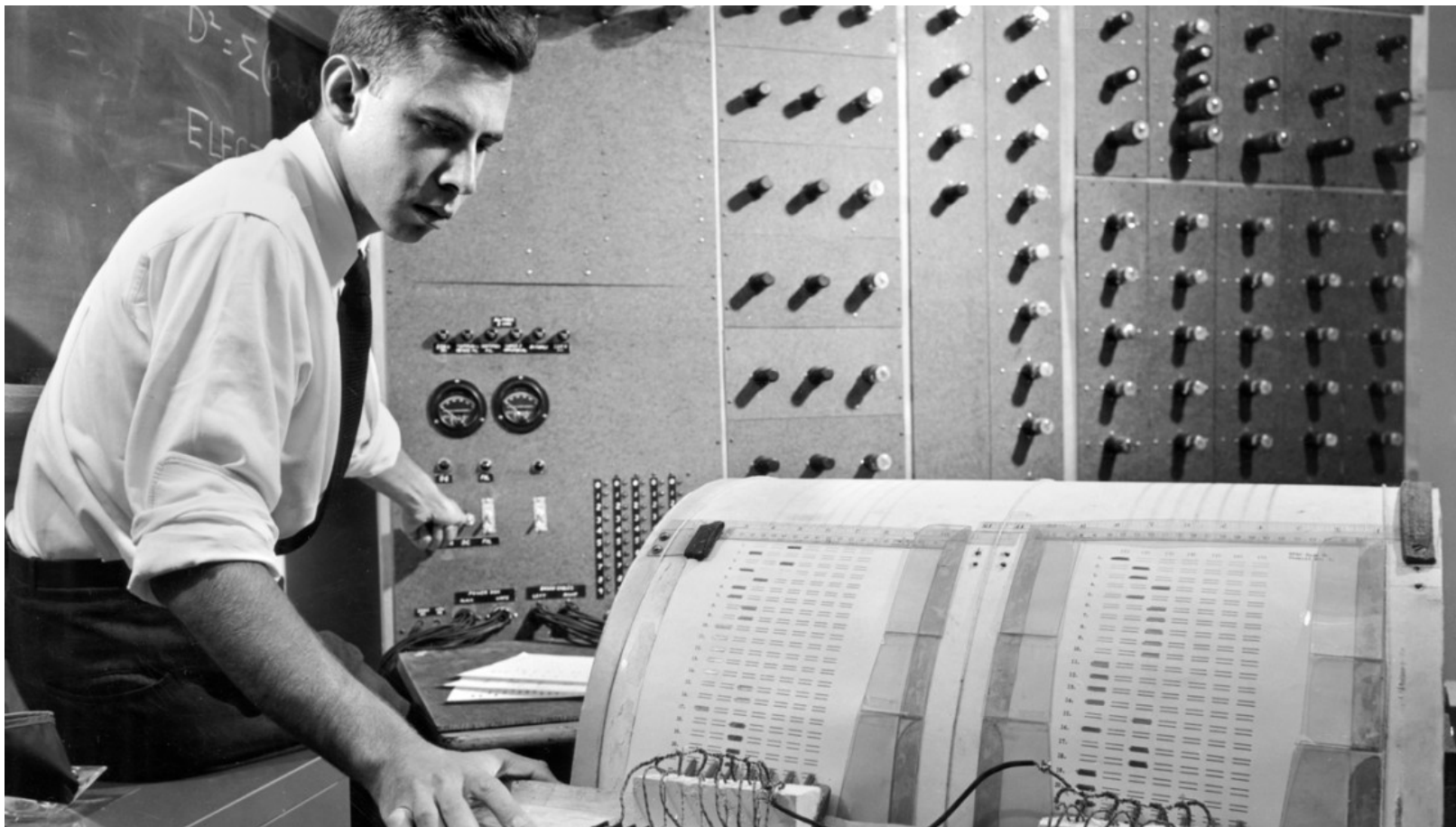
Александр Калиниченко

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ

Модуль 2. Методы искусственного интеллекта

Тема 9. Персептроны. Алгоритм обратного распространения.

РОЗЕНБЛАТТ – СОЗДАТЕЛЬ ПЕРСЕПТРОНА

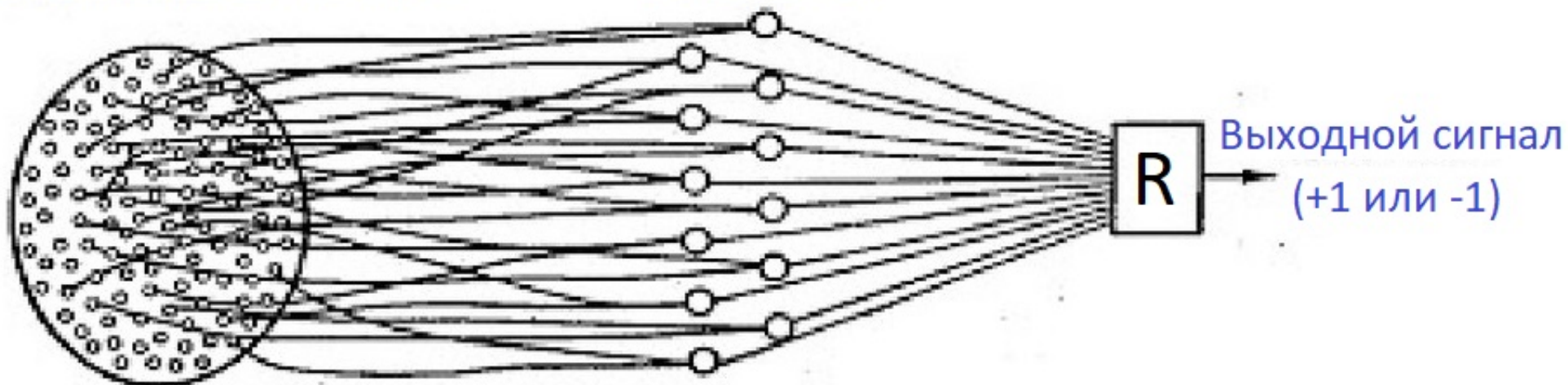


Фрэнк Розенблатт (1928–1971)




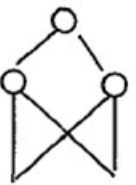
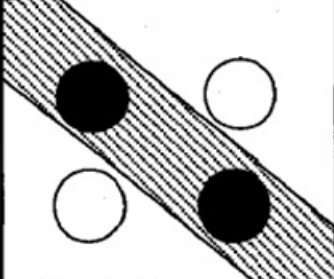

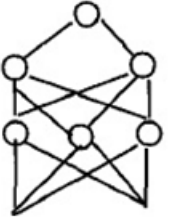
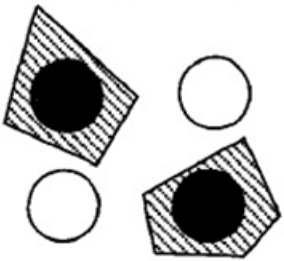

ПЕРСЕПТРОН РОЗЕНБЛАТТА (1957 Г.)

Сетчатка из S элементов

А-элементы



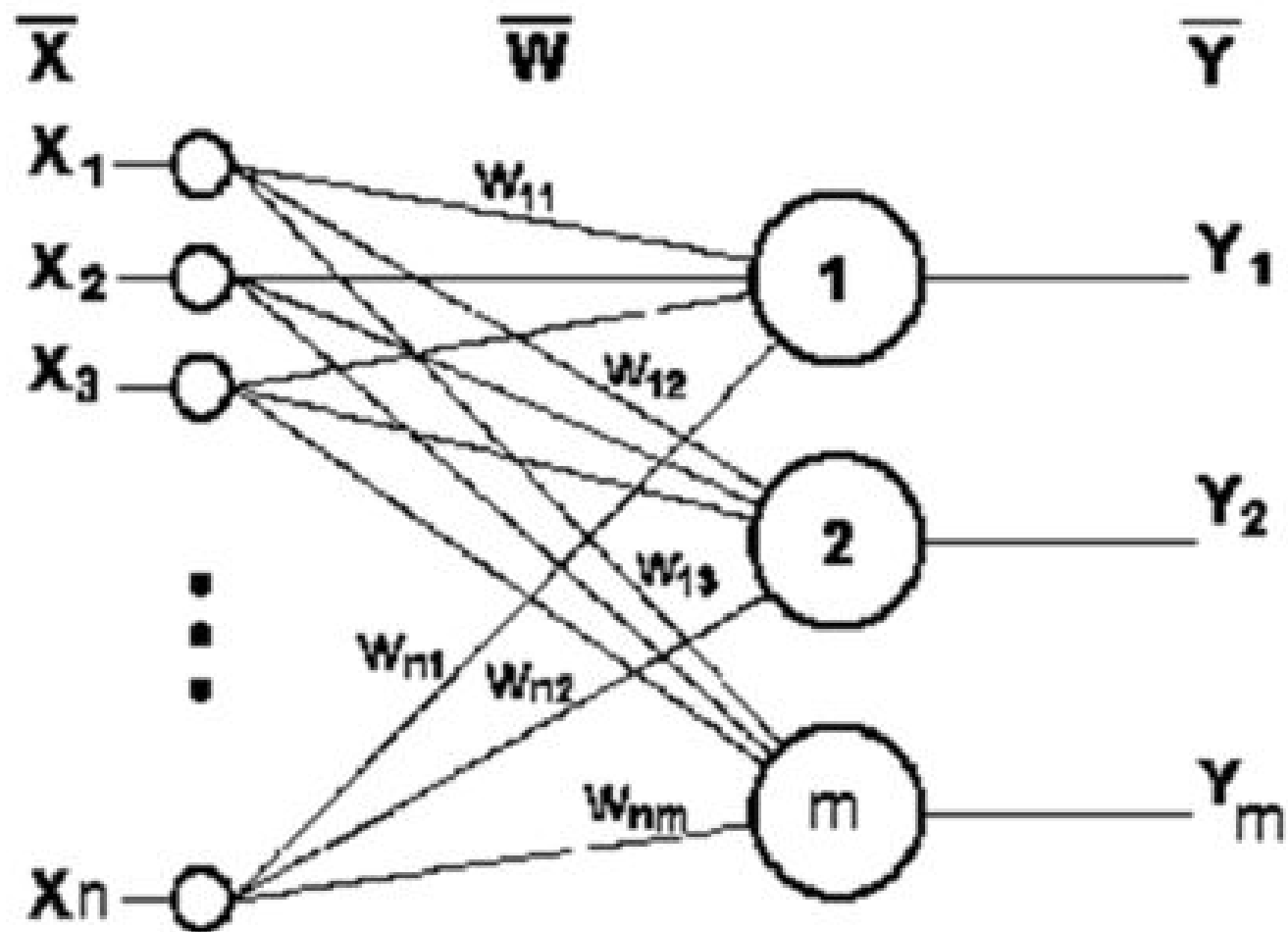
ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРСЕПТРОНОВ

Структура	Область решения	Проблема "Исключающее ИЛИ"	Классы со сложными границами
 Один слой	Половина плоскости, ограниченная гиперплоскостью		
 Два слоя	Область между двумя гиперплоскостями		
 Более 2-х слоев	Произвольная область, ограниченная числом скрытых слоев		

Исключающее ИЛИ:

	0	1
0	0	1
1	1	0

ОДНОСЛОЙНЫЙ ПЕРСЕПТРОН



АЛГОРИТМ ОБУЧЕНИЯ ОДНОСЛОЙНОГО ПЕРСЕПТРОНА

- 1) Инициализация весов и порогов небольшими случайными значениями.
- 2) Подача на вход вектора $(x_1, x_2, x_3, \dots, x_j, \dots, x_n)$ и оценка выходов нейронов

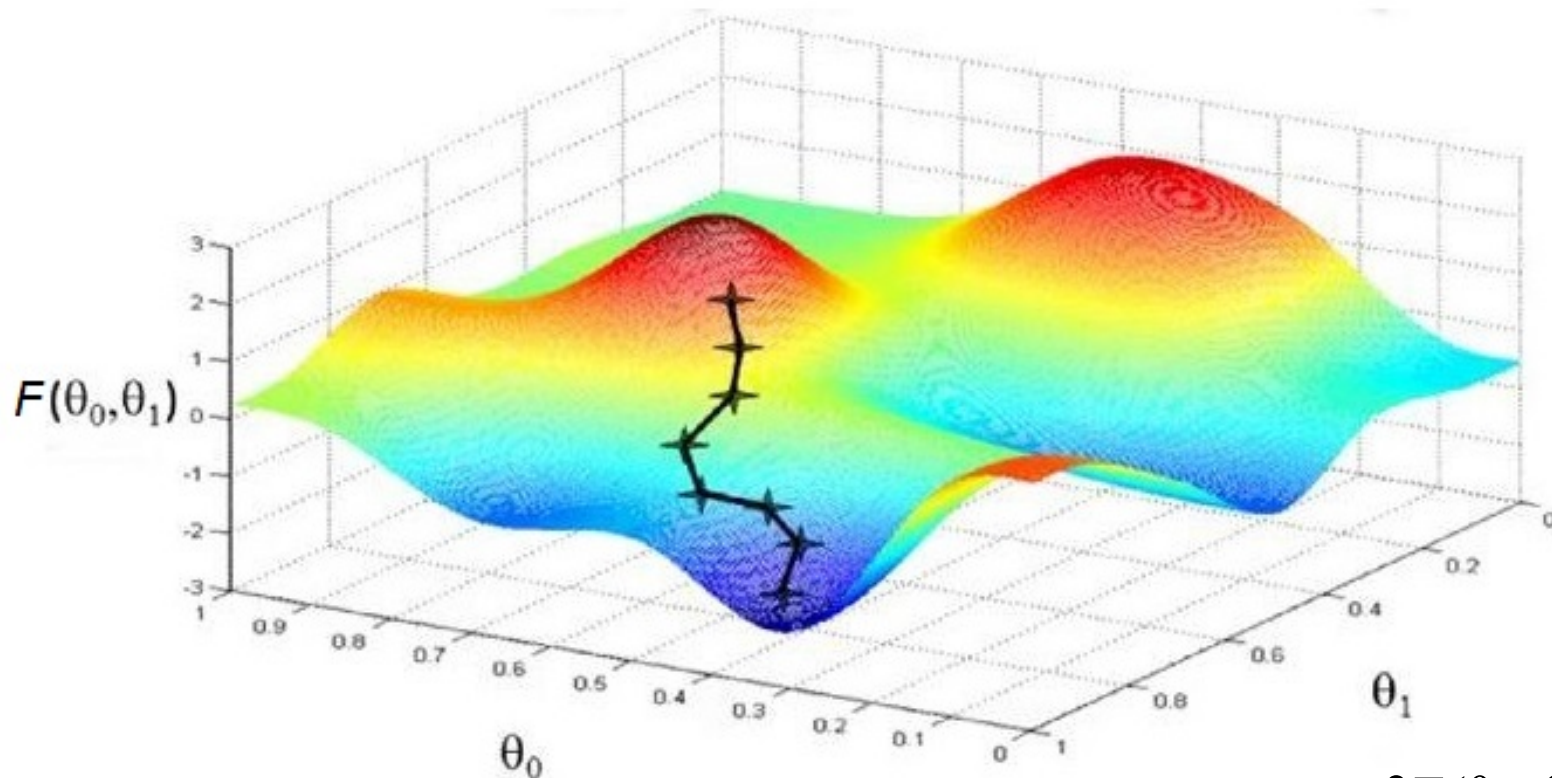
- 3) Обновление весов в соответствии с формулой:

$$w_{ij}(t+1) = w_{ij}(t) + \eta(d_i - y_i)x_j,$$

где $i = 1, 2, \dots, m$ – номер нейрона, d_i – желаемый выход i -го нейрона,
 t – номер итерации, и η , $(0 < \eta < 1)$ – вес шага адаптации (обучения),
 y_i – выход i -го нейрона, x_j – значение признака на входе j

- 4) Если разность « $d_i - y_i$ » больше заданного порога и не превышено допустимое число итераций, переход к шагу 2, в противном случае – окончание обучения

ГРАДИЕНТНЫЙ СПУСК



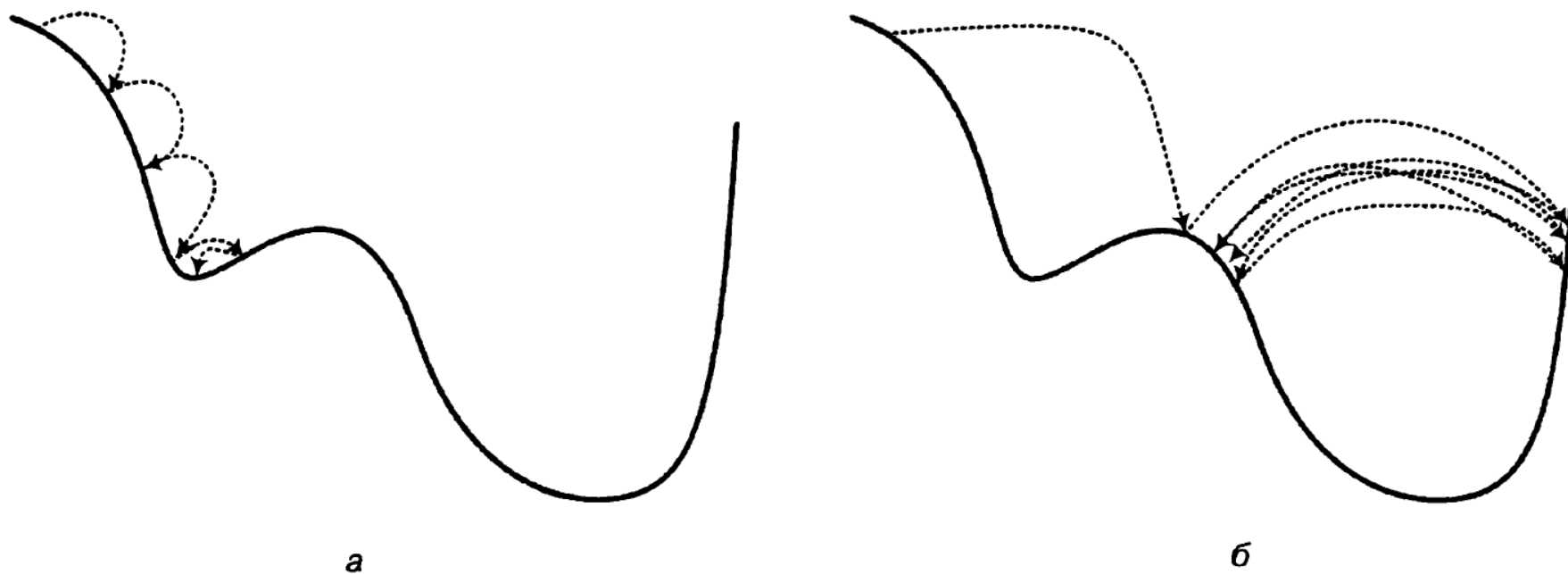
До достижения сходимости:

$$\theta_j := \theta_j - \eta \frac{\partial F(\theta_0, \theta_1)}{\partial \theta_j}, \quad j = 0, 1$$

η — вес шага адаптации

$\frac{\partial F(\theta_0, \theta_1)}{\partial \theta_j}$ — частная производная по $\partial \theta_j$

СКОРОСТЬ ГРАДИЕНТНОГО СПУСКА



Проблемы со скоростью градиентного спуска:

a — слишком маленькие шаги;

б — слишком большие шаги

АЛГОРИТМ ОБРАТНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОШИБКИ

1) Инициализация весов и порогов небольшими случайными значениями

2) Случайный выбор входного образца $(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$

3) Расчёт прохождения сигнала через сеть

4) Расчёт для выходного слоя K разности:

$$\delta_i^K = F'(h_i^K) \left[d_i^K - y_i^K \right],$$

где h_i^K – выход сумматора i -го нейрона K -го (последнего) слоя сети, а F' – производная функции активации (функция должна быть дифференцируемой)

5) Вычисление разности для предыдущего слоя путём распространения ошибки в обратном направлении:

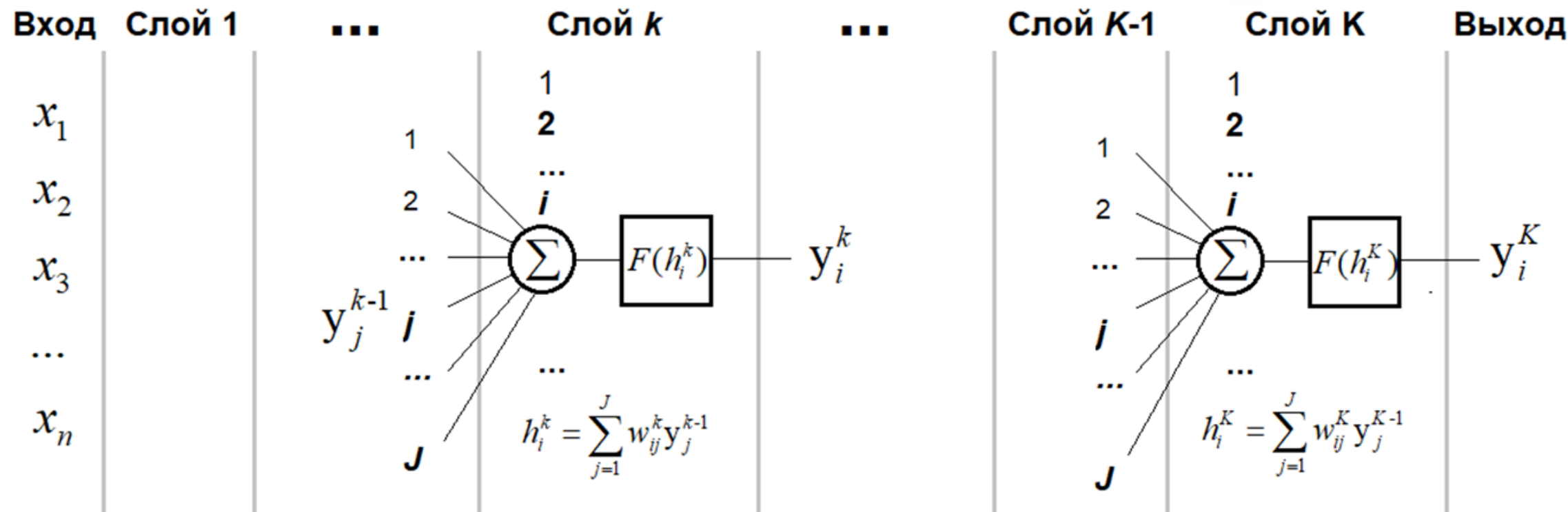
$$\delta_i^k = F'(h_i^k) \sum_j w_{ij}^{k+1} \delta_j^{k+1}, \text{ для } k = K-1, \dots, 1$$

6) Обновление весов:

$$w_{ij}^k := w_{ij}^k - \Delta w_{ij}^k = w_{ij}^k - \eta \delta_i^k y_j^{k-1}$$

7) Переход к шагу 2 и повторение для следующих образцов, пока ошибка в выходном слое не станет ниже заданного порога или пока не будет достигнуто максимальное допустимое число итераций

АЛГОРИТМ ОБРАТНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОШИБКИ



$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ – вектор входных значений

y_j^k – значение на j -м входе i -го нейрона слоя k

h_i^k – выход сумматора i -го нейрона слоя k

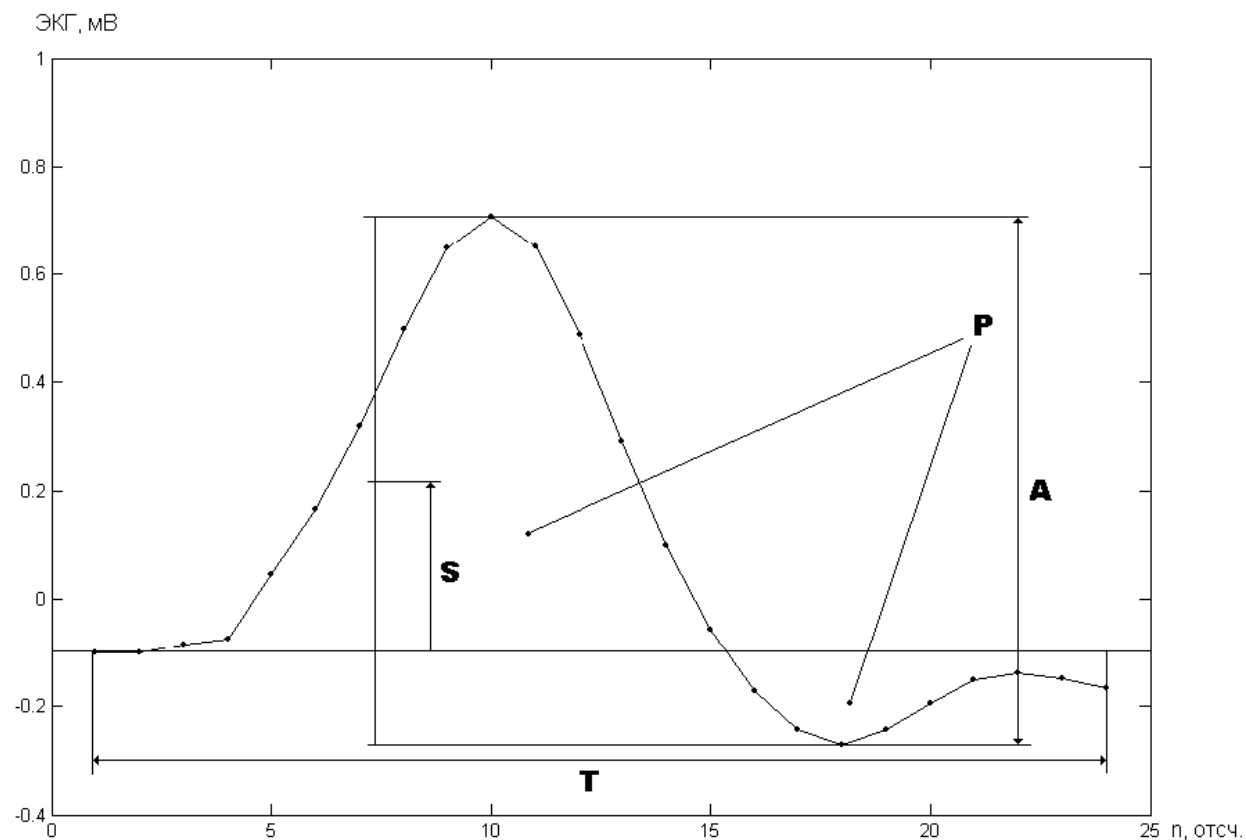
w_{ij}^k – вес на j -м входе i -го нейрона слоя k

КОНСТРУИРОВАНИЕ ПРИЗНАКОВ

Конструирование признаков в машинном обучении:

- выбор признаков
- оценка информативности
- нормализация признаков

ПРОСТЫЕ ПРИЗНАКИ



Признаки формы QRS-комплекса:

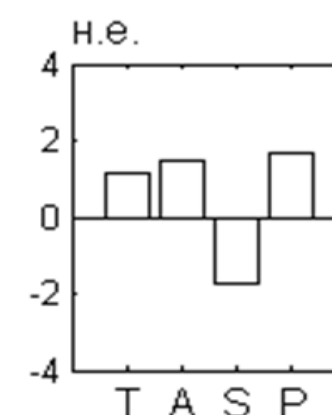
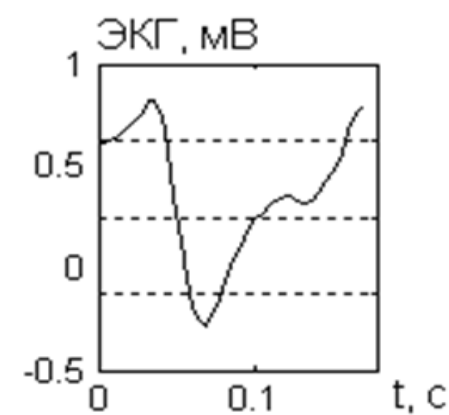
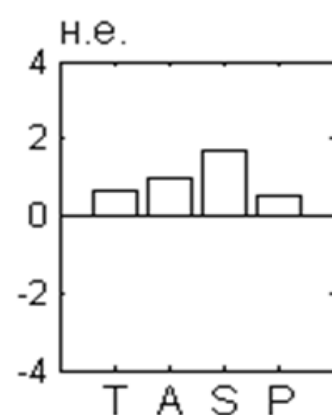
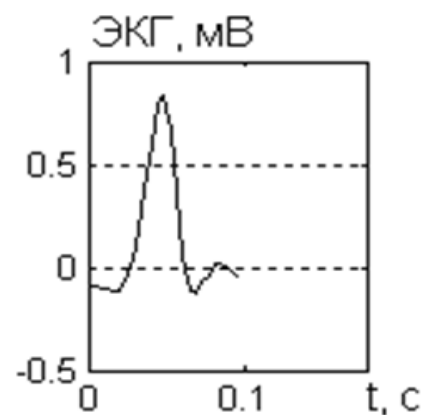
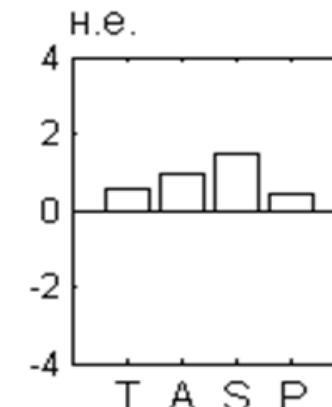
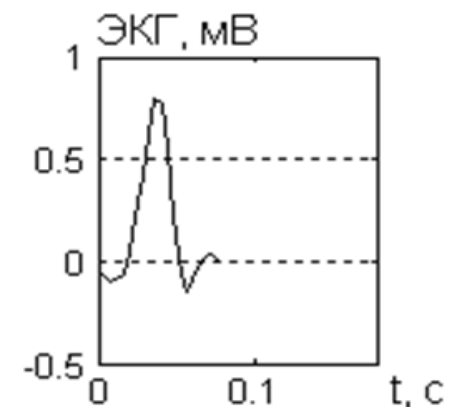
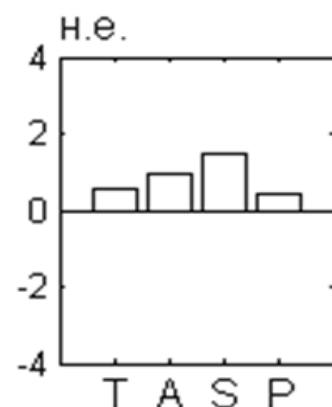
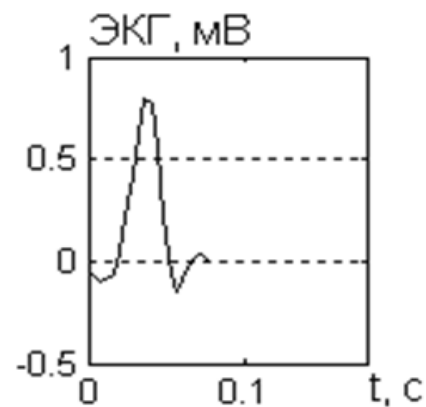
T – длительность

A – размах

S – смещение
относительно базовой
линии

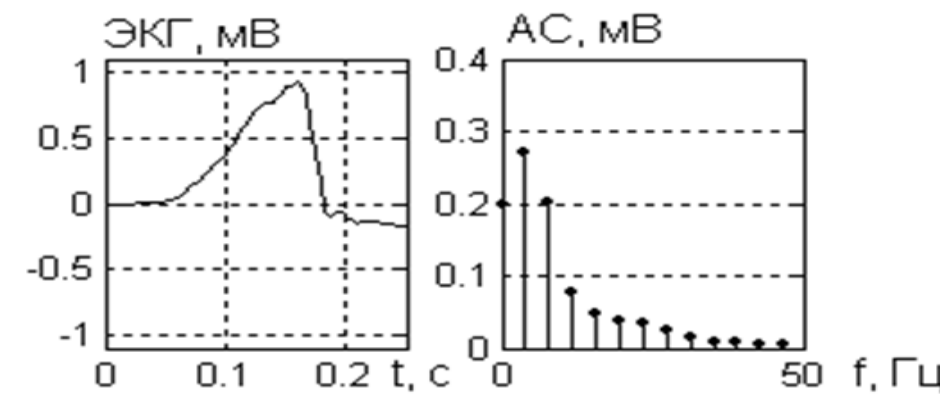
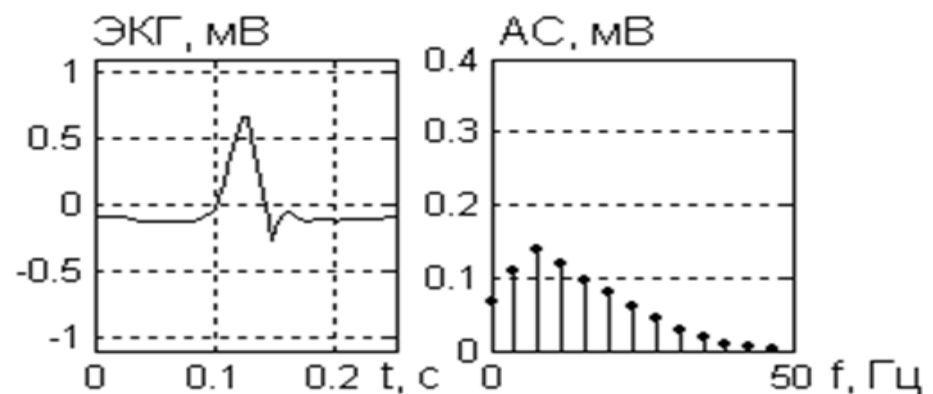
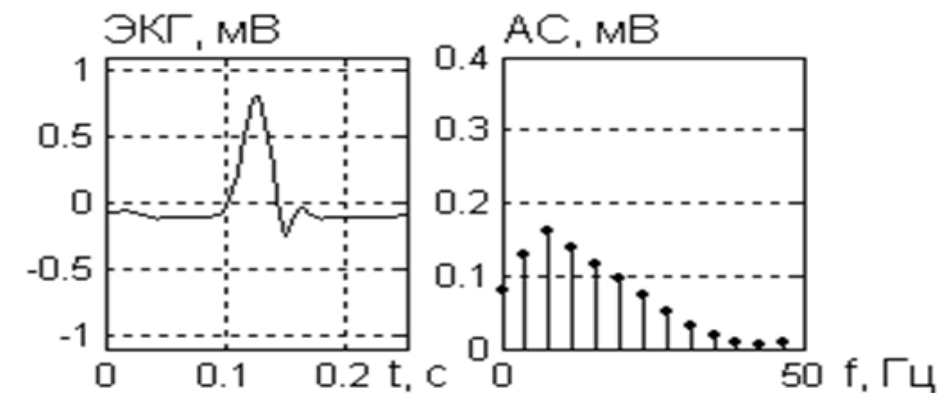
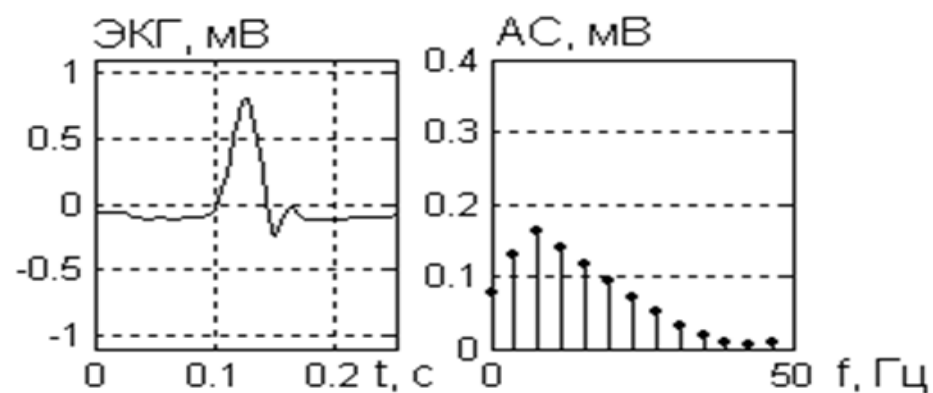
P – площадь волн

КЛАССИФИКАЦИЯ ПО ПРОСТЫМ ПРИЗНАКАМ



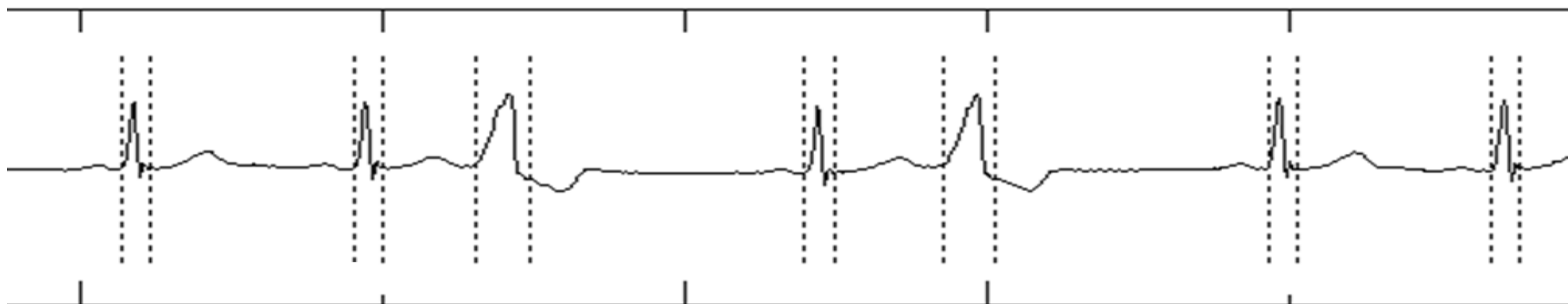
Классификация форм QRS-комплексов по нормализованным признакам формы

ПРИЗНАКИ, ПОЛУЧАЕМЫЕ ИЗ ФОРМАЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ



Классификация форм QRS-комплексов по компонентам ДПФ

КЛАССИФИКАЦИЯ ПО ОБРАЗЦАМ



Классификация форм QRS-комплексов по отсчетам сигнала (для каждого QRS-комплекса)

КЛАССИФИКАЦИЯ ПО ИСХОДНОМУ ОПИСАНИЮ



Анализ ЭКГ по исходной записи сигнала

КЛАССИФИКАЦИЯ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ



Кошка

Собака

Кошка

Собака

Кошка

Классификация сложных объектов – задача **глубокого обучения**