

## Лекция по дисциплине «Нейронные сети»

### Лекция 1.7 Модели нейронов – 1 час

Цель: - Рассмотреть основные понятия моделей нейронов;

План: - Адаптивные линейные нейроны.

-Сигма-пи нейроны

*Адаптивные линейные нейроны* – ADaptive LInear NEuron (или нейрон типа «адалайн» – «adaline») были предложены Б. Уидроу (B.Widrow). Они относятся к нестандартной модели искусственного нейрона. По методу весового суммирования сигналов нейрон типа «адалайн» аналогичен модели Мак-Каллок-Питтса, но в качестве функции активации использует сигнатурную (знаковую) функцию, т.е. у адаптивного линейного нейрона функцией активацией является функция типа «сигнум» - «signum»:

$$y_i = f(s_i) = \begin{cases} 1, & \text{если } s_i > 0 \\ -1, & \text{если } s_i \leq 0 \end{cases}$$

Структура адаптивного линейного нейрона представлена на рисунке П.3.5.

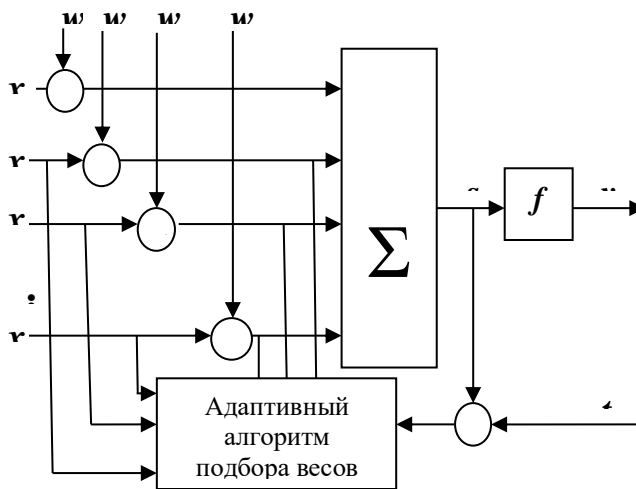


Рисунок П.3.5. Структура адаптивного линейного нейрона.

В данном нейроне адаптивный подбор весов осуществляется в процессе минимизации квадратичной ошибки:

$$E(w) = \frac{1}{2} (d_i - \sum_{j=1}^n w_{ij} x_j)^2 \rightarrow \min_w$$

где  $d_i$  – ожидаемые выходные сигналы нейрона.

В адаптивном алгоритме подбора весов Уидроу целевая функция является непрерывной, поэтому для ее минимизации применяется метод наискорейшего спуска. При этом веса уточняются по формуле:

$$w_{ij}(t+1) = w_{ij}(t) + \eta e_i x_j$$

где  $\eta$  - темп обучения,  $e_i = d_i - \sum_{j=1}^n w_{ij} x_j$

### **Вопросы.**

1. Кем был предложен адаптивный линейный нейрон?
2. Какой модели аналогичен нейрон типа «адалайн» по методу весового суммирования сигналов?
3. Какую функцию активации использует адаптивный линейный нейрон?

### ***Сигма-пи нейроны***

В этом параграфе рассмотрены сигма-пи нейроны, обсуждены их возможности, предложены задания и сформулированы вопросы. При подготовке учебного материала данного параграфа были использованы источники [1-9].

Сигма-Пи нейроны относятся к нестандартной модели искусственного нейрона и являются обобщением нейронов с линейной и квадратичной функцией активации на случай представления функции активации  $s$  полиномом степени  $n$  ( $n$  – число входов нейрона) и представляется следующим выражением:

$$s = \sum_{k=1}^m w_k \prod_{i \in I_k} x_i + \theta,$$

где  $I_k$  – множество индексов, содержащее одну из возможных  $2^n$  комбинаций первых  $n$  целых чисел,  $m = 2^n$ .

Сигма-Пи нейроны используют в качестве функции активации пороговую - знаковую функцию:

$$y = \text{sgn}(s) = \begin{cases} 1, & \text{если } s \geq 0 \\ 0, & \text{если } s < 0 \end{cases}$$

где  $y \in \{0,1\}$ ,  $X \in \{0,1\}^n$ ,  $\theta \in Z$ ,  $W \in Z$  ( $Z$  – скалярное произведение),

$W \cdot X$  – скалярное произведение векторов  $W$  и  $X$ .

Сигма-Пи нейроны используются для решения задач диагностики, прогнозирования и распознавания образов.

### **Вопросы.**

1. Расширением чего являются Сигма-Пи нейроны?
2. Сколько комбинаций содержит множество индексов?
3. Для решения каких задач применяются Сигма-Пи нейроны?