

## Задачи к практическим занятиям на тему 1:

### Математическая модель и функциональные свойства технического нейрона

#### Задача 1

Нейрон имеет 2 входа  $x = (x_1, x_2)$ , смещение  $(-b)$  и бинарную активационную характеристику (см. рис. 1).

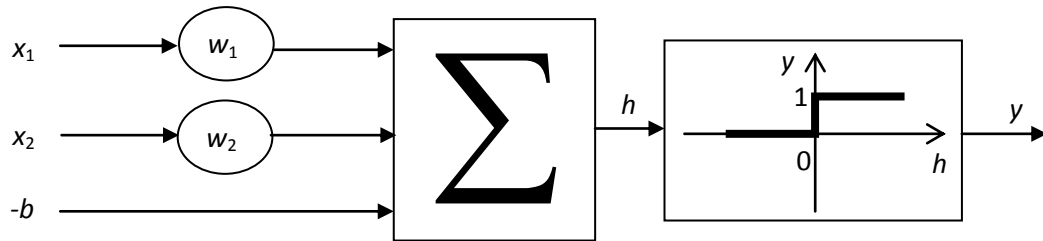


Рис. 1. Схема технического нейрона к задаче 1

**Требуется:**

1. Написать уравнение функционирования нейрона.
2. Изобразить на рисунке функцию  $y(x_1, x_2)$ , реализуемую нейроном.

#### Задача 2

Решите задачу 1 в предположении, что активационная характеристика нейрона является гауссианой:

$$f(h) = \exp\left(-\frac{h^2}{2\sigma^2}\right),$$

где  $\sigma$  - заданная константа.

#### Задача 3

Нейрон с единственным входом ( $M = 1$ ) имеет активационную характеристику – гауссиану

$$f(h) = \exp\left(-\frac{h^2}{2}\right) \text{ (рис. 2).}$$

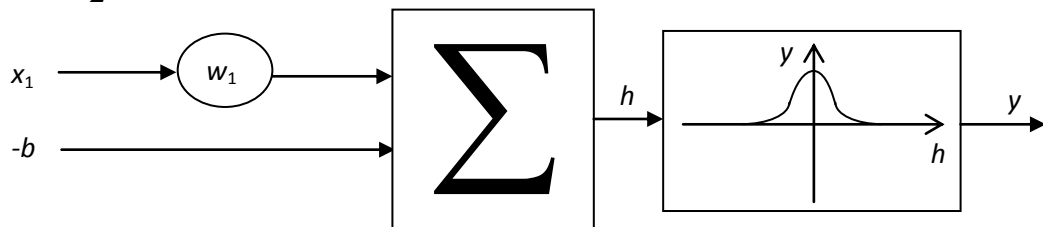


Рис. 2. Схема технического нейрона к задаче 3

**Требуется:**

1. Написать выражение функции  $y(x)$ , реализуемой нейроном.
2. Как влияют синаптические коэффициенты  $w$  и смещение  $-b$  на форму и расположение  $y(x)$ ?

#### Задача 4

На рисунке 3 представлен нейросетевой компаратор на 2 входа, который вычисляет  $\max(x_1, x_2)$  (выходная переменная  $z$ ) и указывает, по какому входу поступил больший сигнал (полагается  $x_1 \neq x_2$ ).

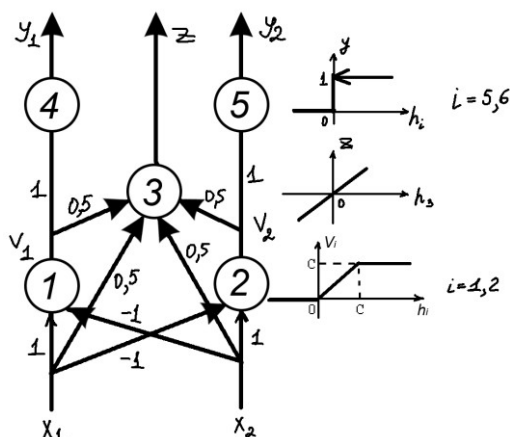


Рис. 3. Схема нейросетевого компаратора на 2 входа

Параметр  $c$  активационной характеристики нейронов 1 и 2 определяет рабочий диапазон искусственного нейрона при его аппаратной реализации. Предполагается, что в области допустимых значений  $x_1$  и  $x_2$  активационная характеристика нейронов 1 и 2 не выходит за пределы ограничения  $c$ .

#### **Требуется:**

Доказать, что нейросетевой компаратор реализует требуемые функциональные свойства.

#### Задача 5

Постройте схему нейросетевого компаратора, вычисляющего  $\min(x_1, x_2)$  (полагается  $x_1 \neq x_2$ ) и указывающего, на каком из входов сигнал меньше.

За основу следует взять схему, приведенную в предыдущей задаче, меняя в ней активационные характеристики и/или синаптические коэффициенты нейронов.

#### Задача 6 ( ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ ДОМА )

В условиях задачи 4 требуется так модифицировать нейросетевой компаратор на два входа, чтобы на выходе  $z$  формировалось значение  $|x_1 - x_2|$ , а на выходах  $y_1, y_2$  происходила индикация того входа, по которому пришло максимальное значение.

#### Задача 7 ( ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ ДОМА )

Решить предыдущую задачу при условии  $z = (x_1 - x_2)^2$ .

#### Задача 8

С помощью нейросетевых компараторов на 2 входа, рассмотренных в задаче 4, постройте нейросеть, реализующую функцию  $\max(x_1, x_2, \dots, x_8)$  в предположении, что среди  $x_1, x_2, \dots, x_8$  нет совпадающих значений.

Какие логические операции нужно выполнить над выходами  $y_1, y_2$  всех используемых компараторов, чтобы построить индикаторы входа, по которому поступил максимальный сигнал.

### **Задача 9**

Постройте рекуррентную сеть MAXNET, предназначенную для выявления максимального из трех поданных на неё сигналов  $x_1, x_2, x_3$ .

- 1) Какому условию должны удовлетворять сигналы  $x_1, x_2, x_3$ ?
- 2) Каким способом сигналы  $x_1, x_2, x_3$  вводятся в сеть MAXNET?
- 3) Какой параметр определяет динамику сети MAXNET?
- 4) Какое ограничение накладывается на этот параметр?
- 5) Нарисуйте график функции активации нейронов сети.

### **Задача 10**

Напишите уравнение функционирования  $i$ -го нейрона сети MAXNET, построенной в задаче 9.

### **Задача 11**

Рассчитайте результаты функционирования сети MAXNET в течение 4-х временных тактов при следующих условиях:  $K = 3, \varepsilon = 0.2, x_1 = 10, x_2 = 8, x_3 = 2, c > 10$ .

Как нужно изменить параметр  $\varepsilon$ , чтобы переходной процесс завершился быстрее?

Рассчитайте процесс функционирования сети при  $\varepsilon = 0.3$ .