



**Министерство образования Российской Федерации**  
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ**  
**УНИВЕРСИТЕТ**  
**им. Н.Э. БАУМАНА**

Факультет: Информатика и системы управления  
Кафедра: Информационная безопасность (ИУ8)

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННЫХ**  
**НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

**Лабораторная работа №1**

**Исследование однослойных нейронных сетей**  
**на примере моделирования булевых**  
**выражений**

**Вариант 13**

**Проверяющий: Гурова Е.Б.**  
**Студент: Перескоков В.А.**  
**Группа: ИУ8-61**

Москва, 2018

## Цель работы

Исследовать функционирование простейшей нейронной сети (НС) на базе нейрона с нелинейной функцией активации и ее обучение по правилу Видроу-Хоффа.

## Постановка задачи

Постановка задачи. Получить модель булевой функции (БФ) на основе однослойной НС (единичный нейрон) с двоичными входами  $x_1, x_2, x_3, x_4 \in \{0,1\}$ , единичным входом смещения  $x_0 = 1$ , синаптическими весами, двоичным выходом  $y \in \{0,1\}$  и заданной нелинейной функцией активации (ФА)  $f: \mathbb{R} \rightarrow (0,1)$  (рис. 1.1).

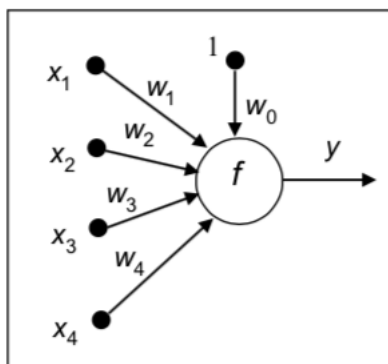


Рис. 1.1. Однослойная НС

## Исходные данные в соответствии с вариантом задания

Моделируемая БФ:  $(\overline{x_1} + \overline{x_2} + \overline{x_3})(\overline{x_2} + \overline{x_3} + x_4)$

Функции активации:

$$1) f(\text{net}) = \begin{cases} 1, & \text{net} \geq 0, \\ 0, & \text{net} < 0; \end{cases}$$

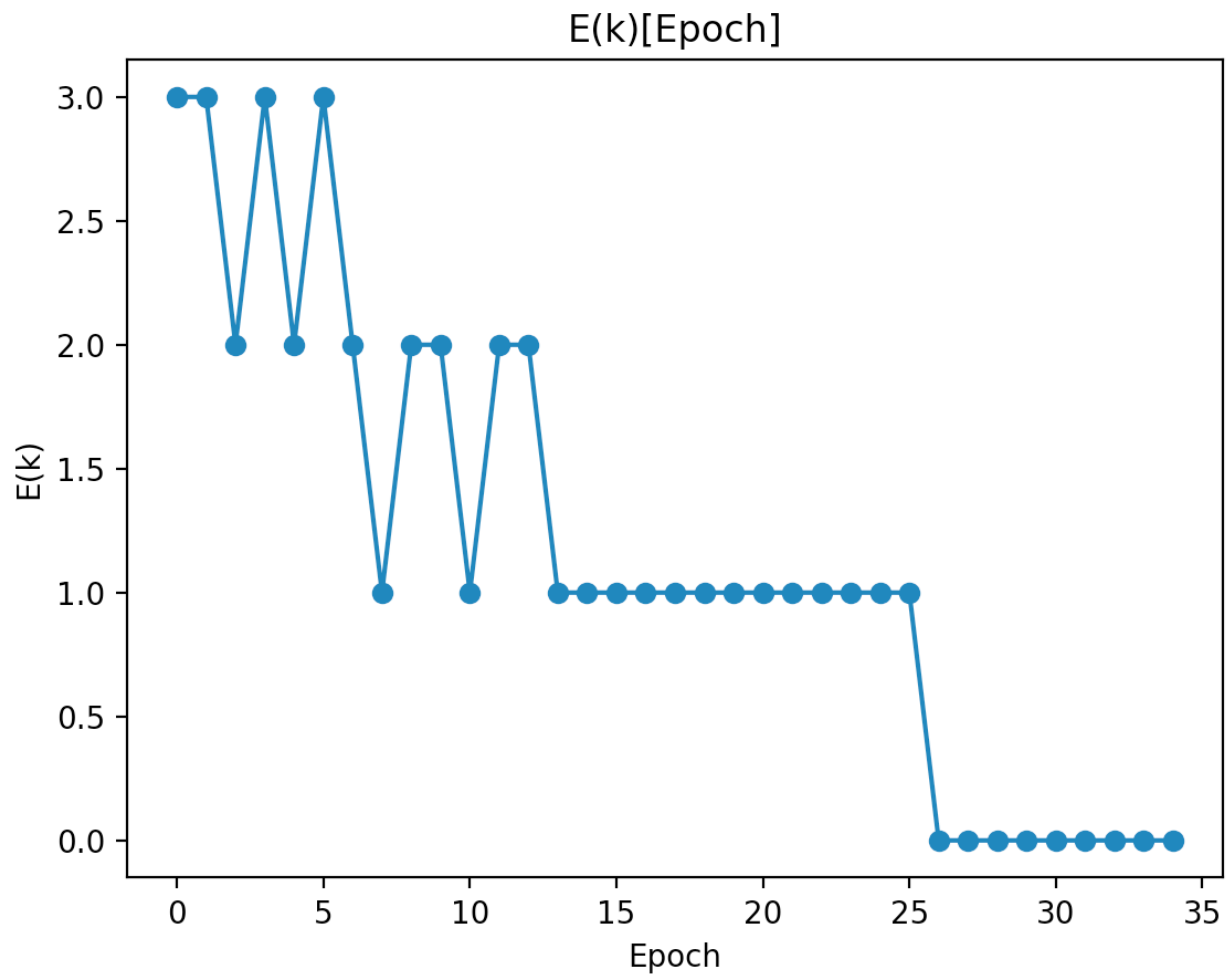
$$2) f(\text{net}) = \frac{1}{2} \left( \frac{\text{net}}{1 + |\text{net}|} + 1 \right);$$

## Таблица истинности

X1	X2	X3	X4	Y
0	0	0	0	1
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0
1	1	1	1	0

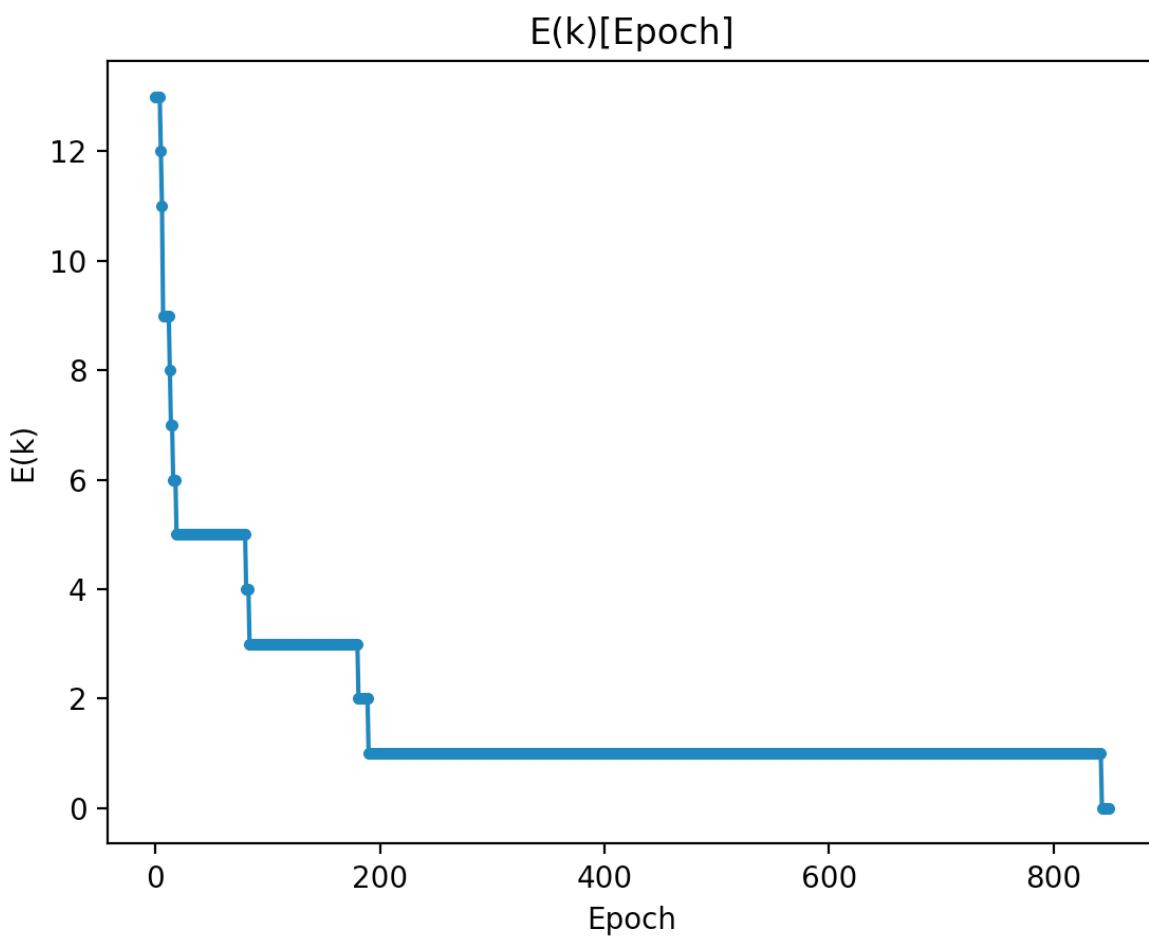
## Графики суммарной квадратичной ошибки в зависимости от эпохи

На рисунке показано, что к 26 эпохе НС уже полностью обучена



*Рис. 1*

На рисунке 2 мы видим уже немного другую картину.



*Рис. 2*

## Выход НС на разных эпохах (2 ФА)

$E(k) = 13$

X1	X2	X3	X4	Y
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	0

$$E(k) = 9$$

X1	X2	X3	X4	Y
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0
1	1	1	1	0

$$E(k) = 3$$

X1	X2	X3	X4	Y
0	0	0	0	1
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0
1	1	1	1	0



$$E(k) = 1$$

X1	X2	X3	X4	Y
0	0	0	0	1
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0
1	1	1	1	0

# Минимизация

После полного перебора всех векторов было получено, что минимальный набор обучаемой выборки – 9 векторов.

[illegible]

## Выводы

В ходе лабораторной работы было исследовано функционирование простейшей нейронной сети на базе нейрона с нелинейной функцией активации и ее обучение по правилу Видроу-Хоффа.

Было установлено, что функция активации, производная которой равна 0, не подходит для обучения.

Было изучено правило Видроу-Хоффа – реализовано на языке python 3.x ([https://github.com/vladpereskokov/BMSTU\\_Neural-network/tree/lab-01](https://github.com/vladpereskokov/BMSTU_Neural-network/tree/lab-01)). Для доступа к репозиторию, напишите на почту ([v.pereskokov@ivpa.ru](mailto:v.pereskokov@ivpa.ru)).

Помимо реализации НС, были добавлены тесты (python unittest) для 2х переменных и логической функции И, а также для 4х переменных и логической функции моего вариант (13).

На Flask'е были реализованы ручки для получения значения функции по 4 значениям переменной. [https://bmstu-neural-network.herokuapp.com/api/v1/lab\\_01](https://bmstu-neural-network.herokuapp.com/api/v1/lab_01)

API написано в README репозитория.

Все тесты пройдены. [https://travis-ci.com/vladpereskokov/BMSTU\\_Neural-network/builds/67332090?utm\\_source=github\\_status&utm\\_medium=notification](https://travis-ci.com/vladpereskokov/BMSTU_Neural-network/builds/67332090?utm_source=github_status&utm_medium=notification)