

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

ИНСТИТУТ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ ИНФОРМАТИКИ

М.У. Эркенова

## **СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

Практикум для обучающихся 4 курса направления  
подготовки 09.03.04 Программная инженерия

Черкесск 2024 г.

УДК 00442  
ББК 32.973.26-018.2  
Э 78

Рассмотрено на заседании кафедры Прикладной Информатики  
Протокол № 1 от 31.08.2023 г.  
Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом СКГА  
Протокол № 26 от 29.09.2023 г.

**Рецензенты:** Рядченко В.П.- к.ф.-м.н., доцент

Э 78 **Эркенова, М.У.** Системы искусственного интеллекта: практикум для обучающихся 4 курсов направления подготовки 09.03.04 «Программная инженерия» / М.У. Эркенова. – Черкесск: БИЦ СКГА, 2024.-20 с.

**УДК00442**  
**ББК32.973.26-018.2**

© Эркенова М.У., 2024  
© ФГБОУ ВО СКГ, 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Лабораторная работа на тему «Метод математической индукции»	5
Лабораторная работа на тему: «Доказательство правильности программ»	8
Лабораторная работа на тему «Структура сетей Петри»	12
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	18

## **ВВЕДЕНИЕ**

Настоящее пособие содержит методические указания и требования к содержанию и оформлению лабораторных работ по данной дисциплине, и будут полезны обучающимся в написании лабораторных работ.

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 1

Тема: Изучение программного пакета NeuroNet и исследование модели одиночного нейрона.

### Вопросы для самопроверки

1. Синтаксис языка.
2. Семантика языка.
3. Терминальные и нетерминальные символы языка.
4. Чем определяется возможность появления того или иного символа в предложении языка?
5. Что такое «начальный символ» и чем он отличается от других символов языка

### Варианты заданий

**Исследование одиночного нейрона со знаковой активационной функцией.**

- В меню программы NeuroNet задать конфигурацию нейронной цепочки, показанной на рис. 1.

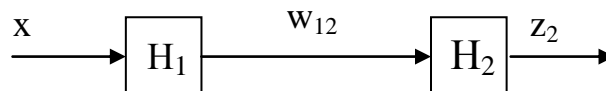


Рисунок 1. Нейронная цепочка к заданию 1

- Установить параметры нейронов:  $w_{12} = 1$ ;  $Q_1 = 0$ ;  $F_1 = Ax$ ;  $F_2 = \text{sign } x$ .
- Установить гармоническое входное воздействие вида  $x = A \cos(\alpha t + a)$  с параметрами:  $A = 1$ ;  $\alpha = 1$ ;  $a = 0$ ;  $\Delta t = 1$ .
- Снять выходные характеристики нейрона  $H_2$  вида  $z_2 = f(x)$  в пошаговом режиме  $t_i = t_{i-1} + \Delta t$  последовательно для трех различных значений порога нейрона  $H_2$  в соответствии с заданным вариантом. Данные занести в табл. 1.

Таблица 1

$t_i$	1	2	3	4	5	6	7
$x$							
$z_2 = f(x)$ для $Q_{21}$							
$z_2 = f(x)$ для $Q_{22}$							
$z_2 = f(x)$ для $Q_{23}$							

- Включить режим графика и снять график зависимости  $z_2 = f(x)$  для трех заданных значений порога нейрона  $H_2$ .

**Задание 2. Исследование одиночного нейрона с линейной активационной функцией.**

- В меню программы NeuroNet задать конфигурацию нейронной цепочки, показанной на рис. 8.

- Установить параметры нейронов:  $w_{12} = 1$ ;  $Q_1 = 0$ ;  $F_1 = F_2 = Ax$ .
- Установить гармоническое входное воздействие  $x = A\cos(\alpha t + a)$  с параметрами:  $A = 1$ ;  $\alpha = 1$ ;  $a = 0$ ;  $\Delta t = 1$ .
- Снять выходные характеристики нейрона  $H_2$  вида  $z_2 = f(x)$  в пошаговом режиме  $t_i = t_{i-1} + \Delta t$  последовательно для трех различных значений порога нейрона  $H_2$  в соответствии с заданным вариантом. Данные занести в табл. 2.

Таблица 2

$t_i$	1	2	3	4	5	6	7
x							
$z_2 = f(x)$ для $Q_{21}$							
$z_2 = f(x)$ для $Q_{22}$							
$z_2 = f(x)$ для $Q_{23}$							

- Включить режим графика и снять график зависимости  $z_2 = f(x)$  для трех заданных значений порога нейрона  $H_2$ .

**Задание 3. Исследование одиночного нейрона с сигмоидальной активационной функцией.**

- В меню программы NeuroNet задать конфигурацию нейронной цепочки, показанной на рис. 8.
- Установить параметры нейронов:  $w_{12} = 1$ ;  $Q_1 = 0$ ;  $F_1 = Ax$ ;  $F_2 = \text{sigm } x$ .
- Установить гармоническое входное воздействие вида  $x = A\cos(\alpha t + a)$  с параметрами:  $A = 1$ ;  $\alpha = 1$ ;  $a = 0$ ;  $\Delta t = 1$ .
- Снять выходные характеристики нейрона  $H_2$  вида  $z_2 = f(x)$  в пошаговом режиме  $t_i = t_{i-1} + \Delta t$  последовательно для трех различных значений порога нейрона  $H_2$  в соответствии с заданным вариантом. Данные занести в табл. 3.

Таблица 3

$t_i$	1	2	3	4	5	6	7
x							
$z_2 = f(x)$ для $Q_{21}$							
$z_2 = f(x)$ для $Q_{22}$							
$z_2 = f(x)$ для $Q_{23}$							

- Включить режим графика и снять график зависимости  $z_2 = f(x)$  для трех заданных значений порога нейрона  $H_2$ .

**Задание 4. Исследование суммирующего нейрона.**

- В меню программы NeuroNet задать конфигурацию нейронной цепочки, показанной на рис. 2.

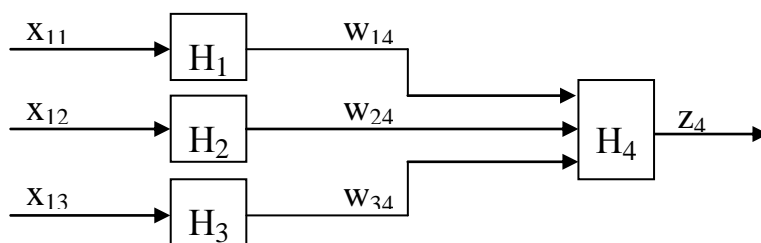


Рисунок 2. Нейронная цепочка к заданию 4

- Установить параметры нейронов:  $Q_1 \div Q_3$ ,  $w_{14}$ ,  $w_{24}$ ,  $w_{34}$  - в соответствии с заданным вариантом.  $F_1 \div F_3 = Ax$ ;  $F_4 = \text{sign } x$ ;
- Установить входные воздействия:  $x_{11}$ ,  $x_{21}$  в виде постоянных значений в соответствии с заданным вариантом, а  $x_{31} = \text{Acos}(\alpha t + a)$  с параметрами:  $A = 1$ ;  $\alpha = 1$ ;  $a = 0$ ;  $\Delta t = 1$ .
- Снять уровень суммарного потенциала и выходные характеристики нейрона  $H_4$  вида  $z_4 = f(x)$  в пошаговом режиме  $t_i = t_{i-1} + \Delta t$  последовательно для трех различных значений порога  $Q_4$  нейрона  $H_4$ . Данные занести в табл. 4

Таблица 4

t	1	2	3	4	5	6	7
$x_{11}$							
$x_{21}$							
$x_{31}$							
$\sum x_{4i}$							
$z_4$ для $Q_4=0$							
$z_4$ для $Q_4=0,5$							
$z_4$ для $Q_4=-0,2$							

- Повторить предыдущие три пункта задания для  $F_4 = Ax$  и  $F_4 = \text{sign } x$ .

#### 1.4. Варианты заданий к лабораторной работе № 1

Варианты заданий к лабораторной работе №1 приведены в табл. 5.

Таблица 5

Значения порога	xx	№ варианта														
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
$Q_1$	<b>0</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$Q_2$	<b>0,6</b>	0,5	0,3	0,7	0,4	0,2	0,1	0,8	0,9	0,3	0,2	0,5	0,6	0,9	0,8	0,4
$Q_3$	- <b>0,5</b>	-0,6	-0,4	-0,7	-0,3	-0,8	-0,9	-0,2	-0,1	-0,4	-0,7	-0,5	-0,9	-0,5	-0,1	-0,3
$w_{14}$	<b>1,0</b>	0,9	0,8	0,7	0,6	-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	1	0,2	0,4	0,3	-0,7	-0,9	-0,8
$w_{24}$	- <b>0,1</b>	-0,2	-0,3	0,4	-0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	-0,6	-0,9	0,5	0,3	-0,8	0,2	-0,7
$w_{34}$	<b>1,6</b>	1,5	1,4	1,3	1,7	1,8	1,9	1,2	1,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
$x_{11}$	<b>0,1</b>	0,8	-0,4	0,6	1,0	-0,1	-0,2	0,5	0,3	-0,5	-0,3	0,4	0,2	-0,7	0,1	0,7
$x_{21}$	<b>0,9</b>	-0,3	0,7	-0,5	0,7	0,8	0,9	-0,6	0,7	0,3	-0,8	0,2	-0,7	-0,9	0,6	0,5

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 2

Тема: **Исследование нейронных ансамблей, моделирующих функциональные зависимости.**

### Вопросы для самопроверки

1. Определение «лексемы».
2. Основная задача лексического анализатора?
3. Какие из перечисленных далее видов информации лексический анализатор должен включать в выходной файл лексем: символы языка, номер строки для каждой лексемы, комментарии к программе, символы форматирования программы (пробелы, табуляции, переходы на новую строку).

### Задание 1. Реализация функции $f_1(x_1, x_2)$ .

• В меню программы NeuroNet задать конфигурацию нейронной цепочки, показанной на рис. 3.

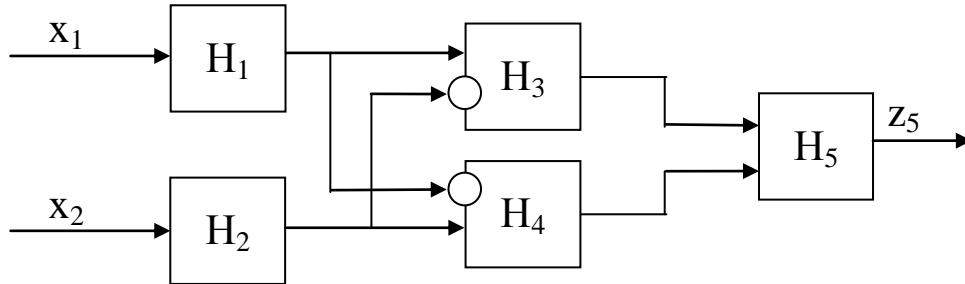


Рисунок 10– Нейронная цепочка к заданию 1

- Установить параметры нейронов:  $w_{13} = w_{24} = w_{35} = w_{45} = 1$ ;  $w_{14} = w_{23} = -1$ ;  $Q_1 \div Q_5 = 0$ ,  $F_1 \div F_5 = Ax$ .
- Установить входные воздействия:  $x_1 = A\cos(\alpha t + a)$  с параметрами:  $A = 1$ ;  $\alpha = 1$ ;  $a = 0$ ;  $\Delta t = 0,2$ ;  $x_2 = \text{const}$  в соответствии с заданным вариантом.
- Снять выходные характеристики нейрона  $H_5$  вида  $z_5 = f(x_1, x_2)$  в пошаговом режиме. Данные занести в табл. 6.

Таблица 6

$x_1$							
$x_2$							
$z_5 = f(x_1, x_2)$							

- Поменять местами входные воздействия  $x_1$  и  $x_2$ :  $x_1 = \text{const}$ ;  $x_2 = A\cos(\alpha t + a)$  с параметрами:  $A = 1$ ;  $\alpha = 1$ ;  $a = 0$ ;  $\Delta t = 0,2$ .
- Снять выходные характеристики нейрона  $H_5$  вида  $z_5 = f(x_1, x_2)$  в пошаговом режиме. Данные занести в табл. 7.



Таблица 7

$x_1$							
$x_2$							
$z_5 = f(x_1, x_2)$							

- Определить аналитический вид функции  $f_1(x_1, x_2)$ .

**Задание 2. Реализация функции  $f_2(x_1, x_2)$ .**

- В меню программы NeuroNet задать конфигурацию нейронной цепочки, показанной на рис. 4.

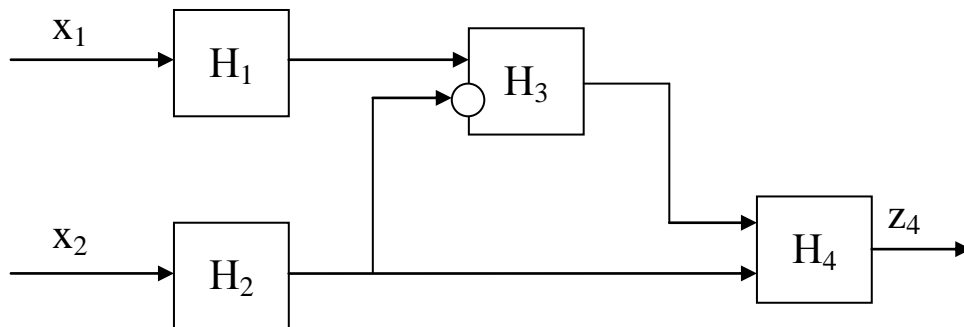


Рисунок 4– Нейронная цепочка к заданию 2

- Установить параметры нейронов:  $w_{13} = w_{34} = w_{24} = 1$ ;  $w_{23} = -1$ ;  $Q_1 \div Q_4 = 0$ ;  $F_1 \div F_4 = \text{Ax}$ .
- Установить входные воздействия:  $x_1 = \text{Acos}(\alpha t + a)$  с параметрами:  $A = 1$ ;  $\alpha = 1$ ;  $a = 0$ ;  $\Delta t = 0,2$ ;  $x_2 = \text{const}$  в соответствии с заданным вариантом.
- Снять выходные характеристики нейрона  $H_4$  вида  $z_4 = f(x_1, x_2)$  в пошаговом режиме. Данные занести в табл. 8.

Таблица 8

$x_1$							
$x_2$							
$z_4 = f(x_1, x_2)$							

- Поменять местами входные воздействия  $x_1$  и  $x_2$ :  $x_1 = \text{const}$ ,  $x_2 = \text{Acos}(\alpha t + a)$  с параметрами:  $A = 1$ ;  $\alpha = 1$ ;  $a = 0$ ;  $\Delta t = 0,2$ .
- Снять выходные характеристики нейрона  $H_4$  вида  $z_4 = f(x_1, x_2)$  в пошаговом режиме. Данные занести в табл. 9.

Таблица 9

$x_1$							
$x_2$							
$z_5 = f(x_1, x_2)$							

- Определить аналитический вид функции  $f_2(x_1, x_2)$ .

**Задание 3. Реализация функции  $f_3(x_1, x_2)$ .**

- В меню программы NeuroNet задать конфигурацию нейронной цепочки, показанной на рис. 5.

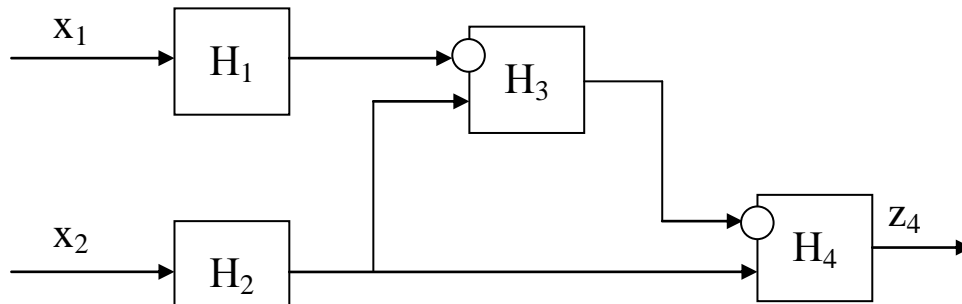


Рисунок 5– Нейронная цепочка к заданию 3

- Установить параметры нейронов:  $w_{23} = w_{24} = 1$ ;  $w_{13} = w_{34} = -1$ ;  $Q_1 \div Q_4 = 0$ ;  $F_1 \div F_4 = Ax$ .
- Установить входные воздействия:  $x_1 = \text{Acos}(\alpha t + a)$  с параметрами:  $A = 1$ ;  $\alpha = 1$ ;  $a = 0$ ;  $\Delta t = 0,2$ ;  $x_2 = \text{const}$  в соответствии с заданным вариантом.
- Снять выходные характеристики нейрона  $H_4$  вида  $z_4 = f(x_1, x_2)$  в пошаговом режиме. Данные занести в табл. 10.

Таблица 10

$x_1$							
$x_2$							
$z_4 = f(x_1, x_2)$							

- Поменять местами входные воздействия  $x_1$  и  $x_2$ :  $x_1 = \text{const}$ ,  $x_2 = \text{Acos}(\alpha t + a)$  с параметрами:  $A = 1$ ;  $\alpha = 1$ ;  $a = 0$ ;  $\Delta t = 0,2$ .
- Снять выходные характеристики нейрона  $H_4$  вида  $z_4 = f(x_1, x_2)$  в пошаговом режиме. Данные занести в табл. 11.

Таблица 11

$x_1$							
$x_2$							
$z_5 = f(x_1, x_2)$							

- Определить аналитический вид функции  $f_3(x_1, x_2)$ .

**Задание 4. Реализация функции  $f_4(x_1, x_2)$ .**

- В меню программы NeuroNet задать конфигурацию нейронной цепочки, показанной на рис. 6.

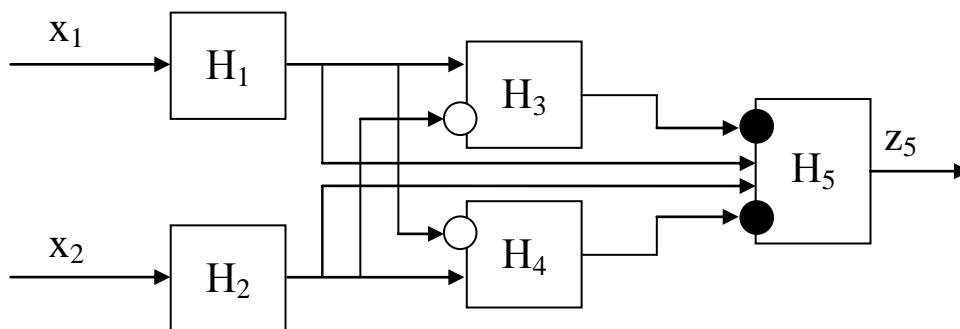


Рисунок 6– Нейронная цепочка к заданию 4

- Установить параметры нейронов:  $w_{13} = w_{24} = 1$ ;  $w_{14} = w_{23} = -1$ ;  $w_{15} = w_{25} = 0,5$ ;  $w_{35} = w_{45} = -10$ ;  $Q_1 \div Q_5 = 0$ ;  $F_1 \div F_5 = Ax$ .
- Установить начальное значение входного воздействия  $x_1(t_0)$  и постоянное значение входного воздействия  $x_2$  в соответствии с заданным вариантом.
- Снять выходные характеристики нейрона  $H_5$  вида  $z_5 = f(x_1, x_2)$  в статическом режиме, начиная  $x_1(t_0)$  и последовательно изменяя  $x_1(t_i) = x_1(t_{i-1}) + 0,2$ , при  $x_2 = \text{const}$  в соответствии с заданным вариантом. Данные занести в табл. 12.

Таблица 12

$x_1$							
$x_2$							
$z_5 = f(x_1, x_2)$							

- Определить аналитический вид функции  $f_4(x_1, x_2)$ .

Таблица 13

№ зад.	№ варианта															
	xx		01		02		03		04		05		06		07	
	$x_2 \vee x_1$	$x_2 \vee x_1$	$x_2 \vee x_1$	$x_2 \vee x_1$	$x_2 \vee x_1$	$x_2 \vee x_1$	$x_2 \vee x_1$	$x_2 \vee x_1$	$x_2 \vee x_1$	$x_2 \vee x_1$	$x_2 \vee x_1$	$x_2 \vee x_1$	$x_2 \vee x_1$	$x_2 \vee x_1$	$x_2 \vee x_1$	$x_2 \vee x_1$
1	<b>0,1</b>		0,2		0,3		0,4		0,5		0,6		0,7		0,8	
2	<b>0,7</b>		0,6		0,5		0,4		0,3		0,4		0,5		0,6	
3	<b>0,3</b>		0,4		0,5		0,6		0,7		0,6		0,5		0,4	
4	$x_1$	$x_2$	$x_1$	$x_2$	$x_1$	$x_2$	$x_1$	$x_2$	$x_1$	$x_2$	$x_1$	$x_2$	$x_1$	$x_2$	$x_1$	$x_2$
	<b>0,1</b>	<b>0,5</b>	0,2	0,8	0,3	0,7	0,4	1,0	0,5	0,9	0,6	1,2	0,7	1,1	0,8	1,4

№ зад.	№ варианта															
	08		09		10		11		12		13		14		15	
	$x_2 \vee x_1$	$x_2 \vee x_1$	$x_2 \vee x_1$	$x_2 \vee x_1$	$x_2 \vee x_1$	$x_2 \vee x_1$	$x_2 \vee x_1$	$x_2 \vee x_1$	$x_2 \vee x_1$	$x_2 \vee x_1$	$x_2 \vee x_1$	$x_2 \vee x_1$	$x_2 \vee x_1$	$x_2 \vee x_1$	$x_2 \vee x_1$	$x_2 \vee x_1$
1	0,4	0,2	0,3	0,6	0,7	0,1	0,8	0,1								
2	0,6	0,5	0,4	0,3	0,4	0,5	0,3	0,7								
3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3								
4	$x_1$	$x_2$	$x_1$	$x_2$	$x_1$	$x_2$	$x_1$	$x_2$	$x_1$	$x_2$	$x_1$	$x_2$	$x_1$	$x_2$	$x_1$	$x_2$
	0,3	0,8	0,7	1,2	0,3	1,0	0,6	1,0	0,7	1,1	0,6	1,2	0,5	1,4	0,9	1,3

### ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 3

Тема. Исследование нейронных ансамблей, моделирующих функции классификации и ранжирования

#### Вопросы для самопроверки

1. Проблема разбора при построении синтаксического дерева.
2. Отличия детерминированных методов разбора от недетерминированных.

#### Задание 1. Реализация функции классификации входных сигналов.

- В меню программы NeuroNet задать конфигурацию нейронной цепочки, показанной на рис. 7.

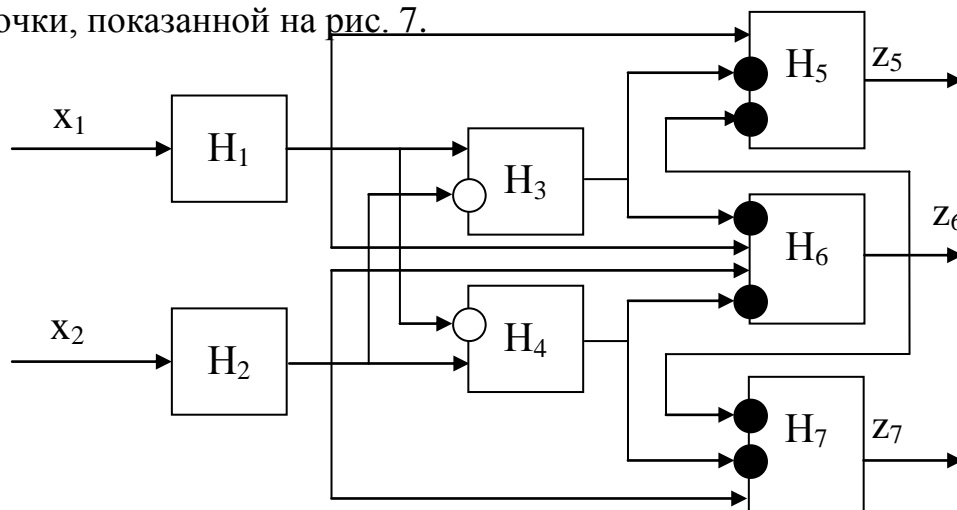


Рисунок 14– Нейронная цепочка к заданию 7

- Установить параметры нейронов:  $w_{13} = w_{15} = w_{16} = w_{24} = w_{27} = w_{26} = 1$ ;  $w_{14} = w_{23} = -1$ ;  $w_{35} = w_{36} = w_{47} = w_{46} = w_{65} = w_{67} = -10$ ;  $Q_1 \div Q_7 = 0$ ;  $F_1 \div F_4 = Ax$ ;  $F_5 \div F_7 = \text{sign } x$ .

- Установить начальное значение входного воздействия  $x_1(t_0)$  и постоянное значение входного воздействия  $x_2$  в соответствии с заданным вариантом.

- Снять выходные характеристики нейронов  $H_5, H_6, H_7$  вида  $z_i = f(x_1, x_2)$  в статическом режиме, начиная  $x_1(t_0)$  и последовательно изменяя  $x_1(t_i) = x_1(t_{i-1}) + 0,2$ , при  $x_2 = \text{const}$  в соответствии с заданным вариантом. Данные занести в табл. 14.

Таблица 14

$x_1$							
$x_2$							
$z_5 = f(x_1, x_2)$							
$z_6 = f(x_1, x_2)$							
$z_7 = f(x_1, x_2)$							

- Поменять местами входные воздействия  $x_1$  и  $x_2$  и повторно снять выходные значения нейронов  $H_5, H_6, H_7$  в соответствии с предыдущим пунктом задания. Данные занести в табл. 15.

Таблица 15

$x_1$							
$x_2$							
$z_5 = f(x_1, x_2)$							
$z_6 = f(x_1, x_2)$							
$z_7 = f(x_1, x_2)$							

- Определить аналитический вид функций  $z_5 = f(x_1, x_2), z_6 = f(x_1, x_2), z_7 = f(x_1, x_2)$ .

**Задание 2. Реализация функции ранжирования двух входных компонент.**

- В меню программы NeuroNet задать конфигурацию нейронной цепочки, показанной на рис. 15.

- Установить параметры нейронов:  $w_{13} = w_{14} = w_{25} = w_{35} = 1; w_{34} = w_{23} = -1; Q_1 \div Q_5 = 0; F_1 \div F_5 = Ax$ .

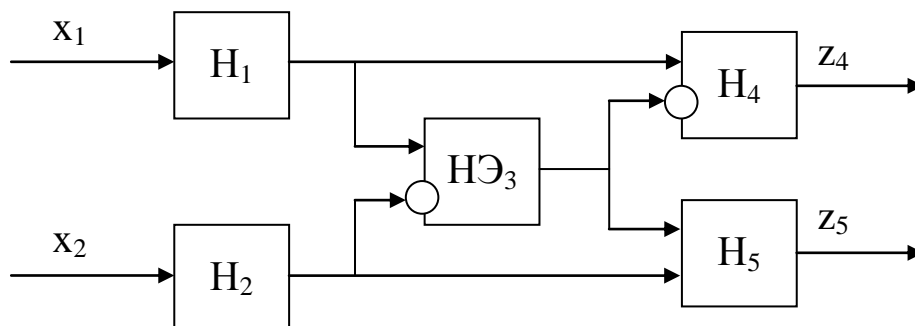


Рисунок 15– Нейронная цепочка к заданию 2

- Снять выходные значения  $z_4, z_5$ , схемы в статическом режиме для различных соотношений постоянных входных воздействий  $x_1, x_2$ . Данные занести в табл. 17.

Таблица 17

$x_1$	1	5	4	7	3	6
$x_2$	3	2	4	5	9	6
$z_4 = f(x_1, x_2)$						
$z_5 = f(x_1, x_2)$						

- Определить аналитический вид функций  $z_4 = f(x_1, x_2)$ ,  $z_5 = f(x_1, x_2)$ .

**Задание 3. Реализация ранжирования решетчатой функции из трех входных компонент.**

• В меню программы NeuroNet задать конфигурацию нейронной схемы, показанной на рис. 16 и содержащей в качестве подсхем ПСх1, ПСх2, ПСх3 нейронные цепочки по заданию 2 данной работы.

• Снять выходные значения  $z_1, z_2, z_3$  схемы в статическом режиме для различных соотношений постоянных входных воздействий  $x_1, x_2, x_3$ . Данные занести в табл. 17.

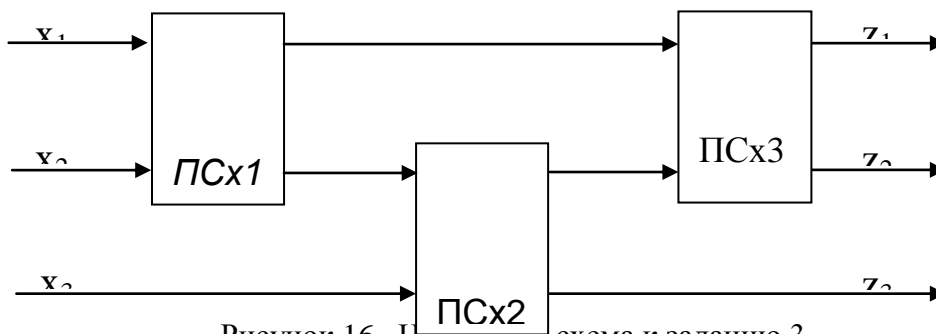


Рисунок 16– Нейронная схема к заданию 3

Таблица 17

$x_1$	1	1	3	3	5	5
$x_2$	3	5	1	5	1	3
$x_3$	5	3	5	1	3	1
$z_1 = f(x_1, x_2, x_3)$						
$z_2 = f(x_1, x_2, x_3)$						
$z_3 = f(x_1, x_2, x_3)$						

- Определить аналитический вид функций  $z_1 = f(x_1, x_2, x_3)$ ,  $z_2 = f(x_1, x_2, x_3)$ ,  $z_3 = f(x_1, x_2, x_3)$ .

**3.3. Варианты заданий к лабораторной работе № 3.**

Варианты заданий к лабораторной работе №3 приведены в табл. 18.

Таблица 18

№ зад.	№ варианта															
	xx		01		02		03		04		05		06		07	
	$x_1$	$x_2$	$x_1$	$x_2$	$x_1$	$x_2$	$x_1$	$x_2$	$x_1$	$x_2$	$x_1$	$x_2$	$x_1$	$x_2$	$x_1$	$x_2$
3.2.	0	0,6	0,1	0,7	0,2	0,8	0,3	1,3	0,4	1,0	0,5	1,5	0,6	1,2	0,7	1,7

№ зад.	№ варианта															
	08		09		10		11		12		13		14		15	
	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>
3.2.	0,3	0,8	0,2	0,7	0,4	1,2	0,3	1,0	0,6	1,5	0,7	1,2	0,5	1,3	0,8	1,4

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 4

Тема: Исследование нейронной сети перцептронного типа.

План

1. Таблично-управляемая реализация разбора
2. Программно-управляемая реализация разбора

### *Вопросы для самопроверки:*

1. Преимущества и недостатки таблично-управляемых и программно-управляемых синтаксических анализаторов.

2. Целеориентированный метод разбора.

- В программе NeuroNet в меню «модели» задать тип модели нейронной сети - «перцептрон».

- Кнопкой на панели инструментов открыть окно «матрица связности» и задать количество входов перцептрона 14, количество выходов – 1. В окне появятся 14 входных нейронов от 1 до 14 (сенсорные элементы по терминологии Розенблатта). Нейрон с номером 16 будет выступать в качестве суммирующего (ассоциативный элемент), а нейрон с номером 15 станет выходным (реагирующий элемент). Нейроны 13 и 14 не используются. Схема перцептрона для решения поставленной задачи в среде NeuroNet будет иметь вид, показанный на рис. 19. Алгоритм обучения перцептрона построен на основе классического дельта-правила и заложен в программу NeuroNet.

- Цель обучения для заданной в конфигурации сети соответствует такой подстройке весов нейронов 1 ÷ 12, чтобы выходной сигнал нейрона 15 обращался в 1 и 0 для четных и нечетных цифр соответственно.

- В окне «матрица связности» задать матрицу весов, соответствующую установленной конфигурации сети. Обучаемые веса нейронов в исходном состоянии могут быть любыми, кроме нулевых. Обычно этим весам придают небольшие начальные значения, например 0,01.

- В окне «матрица связности» задать желаемое значение выхода (в описанной конфигурации - это значение выхода нейрона 16, различное для каждого класса образов), а также желаемый темп обучения (коэффициент скорости обучения).

Входной вектор  $X$

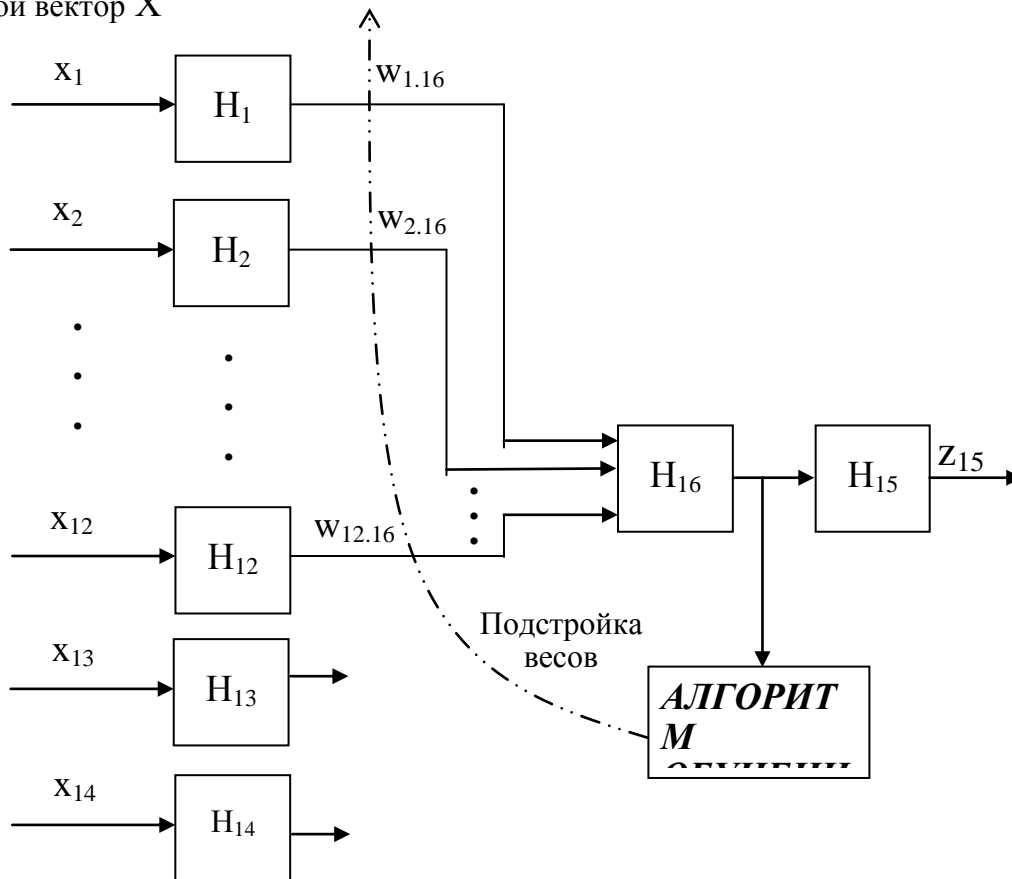


Рисунок 19– Схема перцептрона

- Кнопкой на панели инструментов открыть окно «порог и активационная функция» и задать необходимые значения порогов, типы активационных функций для всех задействованных нейронов, типы нейронов и входных воздействий.

- Сформировать 12-компонентные входные вектора  $X_1, X_2, \dots, X_9, X_0$  для образов всех десятичных цифр  $0 \div 9$ . Например, входной вектор  $X$ , соответствующий образу единицы будет иметь единичные компоненты в позициях 2, 4, 5, 8, 11. Т.е.  $X_1 = \{010110010010\}$ .

- Кнопкой на панели инструментов открыть окно «входные и выходные вектора» и задать первый вектор обучающего множества. В окне «матрица связности» поставить ему в соответствие желаемый выходной сигнал и нажатием соответствующих кнопок начать обучение перцептрона в пошаговом или непрерывном режиме. При достижении желаемой выходной реакции, процесс обучения остановить. Затем в окне «входные и выходные вектора» задать следующий вектор обучающего множества и повторить описанный процесс обучения. Повторить описанную процедуру обучения для всех векторов обучающего множества.

### Этап 2. Проверка перцептрона в рабочем режиме.

- После окончания процесса обучения в окне «входные и выходные вектора» предъявить первый вектор обучающего множества и нажать кнопку «Запустить» на панели инструментов. Проверить реакцию перцептрона на



предъявленный образ. Нажать кнопку «Стоп». Повторить эту процедуру последовательно для всех входных образов.

- Если для отдельных входных образов реакция перцептрона неправильная, то его необходимо дообучить на эти образы в соответствии с описанной выше процедурой. После дообучения необходимо опять провести полную проверку правильности функционирования перцептрона в рабочем режиме. При необходимости этапы дообучения и проверки рабочего режима циклически повторить нужное число раз. Перцептрон считается полностью обученным на выполнение поставленной задачи, – классификации десятичных цифр на четные и нечетные, – если перцептрон имеет правильную выходную реакцию на все предъявляемые образы.

- Параметры обученного перцептрона занести в табл. 20. Результаты распознавания стилизованных десятичных цифр обученным перцептроном занести в табл. 21.

Качество выполнения лабораторной работы №4 определяется числом правильно распознаваемых перцептроном образов.

Таблица 20

W <sub>1.16</sub>	W <sub>2.16</sub>	W <sub>3.16</sub>	W <sub>4.16</sub>	W <sub>5.16</sub>	W <sub>6.16</sub>	W <sub>7.16</sub>	W <sub>8.16</sub>	W <sub>9.16</sub>	W <sub>10.16</sub>	W <sub>11.16</sub>	W <sub>12.16</sub>	W <sub>15</sub>

Требуемое значение выходного сигнала нейрона 16:

- для нечетных цифр  $Z_{16} =$
- для четных цифр  $Z_{16} =$

Таблица 21

Цифры	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$Z_{15}$										

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная литература

1. Афонин, В.Л. Интеллектуальные робототехнические системы [Электронный ресурс]/ В.Л. Афонин, В.А. Макушкин. — Электрон. текстовые данные. — М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 222 с. — 5-9556-00024-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52204.html>
2. Иванов, В.М. Интеллектуальные системы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.М. Иванов. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2015. — 92 с. — 978-5-7996-1325-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68243.html>
3. Интеллектуальные мехатронные системы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ И.В. Абрамов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 185 с. — 978-5-4486-0140-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70764.html>
4. Пальмов, С.В. Интеллектуальные системы и технологии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ С.В. Пальмов. — Электрон. текстовые данные. — Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 195 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75375.html>

### Список дополнительной литературы

1. Боженюк, А.В. Интеллектуальные интернет-технологии [Текст]: учеб. пособие/ А.В. Боженюк, Э.М. Котов, А.А. Целых- Рн/Д.: Феникс, 2009.- 381 с.
2. Интеллектуальные системы [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным работам для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика»/. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2015. — 57 с. — 978-5-7264-1169-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/39786.html>
3. Учебно-методическое пособие по дисциплине Интеллектуальные информационные системы и технологии [Электронный ресурс]/ — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский технический университет связи и информатики, 2014. — 24 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61479.html>
4. Ясницкий, Л.Н. Введение в искусственный интеллект [Текст]: учеб. пособие для студ. высш. учебных заведений/ Л.Н. Ясницкий.- М.: Академия, 2008.- 176 с.

ЭРКЕНОВА Мадина Умаровна

## **СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

Практикум для обучающихся 4 курса направления  
подготовки 09.03.04 Программная инженерия

Корректор Чагова О.Х.  
Редактор Чагова О.Х.

Сдано в набор 26.08.2024 г.  
Формат 60x84/16  
Бумага офсетная  
Печать офсетная  
Усл. печ. л. 1,16  
Заказ № 4954  
Тираж 100 экз.

Оригинал-макет подготовлен  
в Библиотечно-издательском центре СевКавГА  
369000, г. Черкесск, ул. Ставропольская, 36

