

# 1. Цель работы

Исследовать функционирование многослойной нейронной сети (МНС) прямого распространения и ее обучение методом обратного распространения ошибки (метод Back Propagation - BP).

## 2. Постановка задачи

На примере МНС архитектуры N-J-M реализовать ее обучение методом BP, поведя настройку весов нейронов скрытного ( $w_{ij}^{(1)}(k)$ ,  $i = \overline{0, N}$ ,  $j = \overline{1, J}$ ) и выходного ( $w_{im}^{(2)}(k)$ ,  $j = \overline{0, J}$ ,  $m = \overline{1, M}$ ) слоев, где индексы  $i, j = 0$  соответствуют нейронам смещения;  $k = 1, 2, \dots$  - номер эпохи обучения.

## 3. Практическая часть

	Архитектура	x	t
	1-2-1	(1, -3)	1

Погрешность  $\varepsilon = 0.15$

Эпоха:	0	Вых. вектор y: 0,00000	Цел. вектор t = 1,0	Сум. ошибка: 1,00000	Веса нейронов скрыт. и выход. слоев: w(1) = 0,00 0,00 0,00 0,00 w(2) = 0,50000 0,00000 0,00000
Эпоха:	1	Вых. вектор y: 0,24492	Цел. вектор t = 1,0	Сум. ошибка: 0,75508	Веса нейронов скрыт. и выход. слоев: w(1) = 0,00 0,00 0,00 0,00 w(2) = 0,85489 0,00000 0,00000
Эпоха:	2	Вых. вектор y: 0,40319	Цел. вектор t = 1,0	Сум. ошибка: 0,59681	Веса нейронов скрыт. и выход. слоев: w(1) = 0,00 0,00 0,00 0,00 w(2) = 1,10479 0,00000 0,00000
Эпоха:	3	Вых. вектор y: 0,50231	Цел. вектор t = 1,0	Сум. ошибка: 0,49769	Веса нейронов скрыт. и выход. слоев: w(1) = 0,00 0,00 0,00 0,00 w(2) = 1,29085 0,00000 0,00000
Эпоха:	4	Вых. вектор y: 0,56858	Цел. вектор t = 1,0	Сум. ошибка: 0,43142	Веса нейронов скрыт. и выход. слоев: w(1) = 0,00 0,00 0,00 0,00 w(2) = 1,43682 0,00000 0,00000
Эпоха:	5	Вых. вектор y: 0,61592	Цел. вектор t = 1,0	Сум. ошибка: 0,38408	Веса нейронов скрыт. и выход. слоев: w(1) = 0,00 0,00 0,00 0,00 w(2) = 1,55601 0,00000 0,00000
Эпоха:	6	Вых. вектор y: 0,65156	Цел. вектор t = 1,0	Сум. ошибка: 0,34844	Веса нейронов скрыт. и выход. слоев: w(1) = 0,00 0,00 0,00 0,00 w(2) = 1,65627 0,00000 0,00000
Эпоха:	7	Вых. вектор y: 0,67947	Цел. вектор t = 1,0	Сум. ошибка: 0,32053	Веса нейронов скрыт. и выход. слоев: w(1) = 0,00 0,00 0,00 0,00 w(2) = 1,74254 0,00000 0,00000
Эпоха:	8	Вых. вектор y: 0,70202	Цел. вектор t = 1,0	Сум. ошибка: 0,29798	Веса нейронов скрыт. и выход. слоев: w(1) = 0,00 0,00 0,00 0,00 w(2) = 1,81810 0,00000 0,00000
Эпоха:	9	Вых. вектор y: 0,72068	Цел. вектор t = 1,0	Сум. ошибка: 0,27932	Веса нейронов скрыт. и выход. слоев: w(1) = 0,00 0,00 0,00 0,00 w(2) = 1,88523 0,00000 0,00000
Эпоха:	10	Вых. вектор y: 0,73642	Цел. вектор t = 1,0	Сум. ошибка: 0,26358	Веса нейронов скрыт. и выход. слоев: w(1) = 0,00 0,00 0,00 0,00 w(2) = 1,94555 0,00000 0,00000
Эпоха:	11	Вых. вектор y: 0,74992	Цел. вектор t = 1,0	Сум. ошибка: 0,25008	Веса нейронов скрыт. и выход. слоев: w(1) = 0,00 0,00 0,00 0,00 w(2) = 2,00027 0,00000 0,00000
Эпоха:	12	Вых. вектор y: 0,76165	Цел. вектор t = 1,0	Сум. ошибка: 0,23835	Веса нейронов скрыт. и выход. слоев: w(1) = 0,00 0,00 0,00 0,00 w(2) = 2,05031 0,00000 0,00000
Эпоха:	13	Вых. вектор y: 0,77196	Цел. вектор t = 1,0	Сум. ошибка: 0,22804	Веса нейронов скрыт. и выход. слоев: w(1) = 0,00 0,00 0,00 0,00 w(2) = 2,09638 0,00000 0,00000
Эпоха:	14	Вых. вектор y: 0,78110	Цел. вектор t = 1,0	Сум. ошибка: 0,21890	Веса нейронов скрыт. и выход. слоев: w(1) = 0,00 0,00 0,00 0,00 w(2) = 2,13905 0,00000 0,00000
Эпоха:	15	Вых. вектор y: 0,78928	Цел. вектор t = 1,0	Сум. ошибка: 0,21072	Веса нейронов скрыт. и выход. слоев: w(1) = 0,00 0,00 0,00 0,00 w(2) = 2,17878 0,00000 0,00000
Эпоха:	16	Вых. вектор y: 0,79665	Цел. вектор t = 1,0	Сум. ошибка: 0,20335	Веса нейронов скрыт. и выход. слоев: w(1) = 0,00 0,00 0,00 0,00 w(2) = 2,21592 0,00000 0,00000
Эпоха:	17	Вых. вектор y: 0,80334	Цел. вектор t = 1,0	Сум. ошибка: 0,19666	Веса нейронов скрыт. и выход. слоев: w(1) = 0,00 0,00 0,00 0,00 w(2) = 2,25079 0,00000 0,00000
Эпоха:	18	Вых. вектор y: 0,80944	Цел. вектор t = 1,0	Сум. ошибка: 0,19056	Веса нейронов скрыт. и выход. слоев: w(1) = 0,00 0,00 0,00 0,00 w(2) = 2,28365 0,00000 0,00000
Эпоха:	19	Вых. вектор y: 0,81503	Цел. вектор t = 1,0	Сум. ошибка: 0,18497	Веса нейронов скрыт. и выход. слоев: w(1) = 0,00 0,00 0,00 0,00 w(2) = 2,31470 0,00000 0,00000
Эпоха:	20	Вых. вектор y: 0,82017	Цел. вектор t = 1,0	Сум. ошибка: 0,17983	Веса нейронов скрыт. и выход. слоев: w(1) = 0,00 0,00 0,00 0,00 w(2) = 2,34413 0,00000 0,00000
Эпоха:	21	Вых. вектор y: 0,82493	Цел. вектор t = 1,0	Сум. ошибка: 0,17507	Веса нейронов скрыт. и выход. слоев: w(1) = 0,00 0,00 0,00 0,00 w(2) = 2,37209 0,00000 0,00000
Эпоха:	22	Вых. вектор y: 0,82935	Цел. вектор t = 1,0	Сум. ошибка: 0,17065	Веса нейронов скрыт. и выход. слоев: w(1) = 0,00 0,00 0,00 0,00 w(2) = 2,39873 0,00000 0,00000
Эпоха:	23	Вых. вектор y: 0,83346	Цел. вектор t = 1,0	Сум. ошибка: 0,16654	Веса нейронов скрыт. и выход. слоев: w(1) = 0,00 0,00 0,00 0,00 w(2) = 2,42416 0,00000 0,00000
Эпоха:	24	Вых. вектор y: 0,83730	Цел. вектор t = 1,0	Сум. ошибка: 0,16270	Веса нейронов скрыт. и выход. слоев: w(1) = 0,00 0,00 0,00 0,00 w(2) = 2,44847 0,00000 0,00000
Эпоха:	25	Вых. вектор y: 0,84090	Цел. вектор t = 1,0	Сум. ошибка: 0,15910	Веса нейронов скрыт. и выход. слоев: w(1) = 0,00 0,00 0,00 0,00 w(2) = 2,47177 0,00000 0,00000
Эпоха:	26	Вых. вектор y: 0,84428	Цел. вектор t = 1,0	Сум. ошибка: 0,15572	Веса нейронов скрыт. и выход. слоев: w(1) = 0,00 0,00 0,00 0,00 w(2) = 2,49413 0,00000 0,00000
Эпоха:	27	Вых. вектор y: 0,84746	Цел. вектор t = 1,0	Сум. ошибка: 0,15254	Веса нейронов скрыт. и выход. слоев: w(1) = 0,00 0,00 0,00 0,00 w(2) = 2,51563 0,00000 0,00000
Эпоха:	28	Вых. вектор y: 0,85046	Цел. вектор t = 1,0	Сум. ошибка: 0,14954	Веса нейронов скрыт. и выход. слоев: w(1) = 0,00 0,00 0,00 0,00 w(2) = 2,53632 0,00000 0,00000

Рисунок 1. Параметры НС на последовательных эпохах

## **4. Вывод**

Таким образом, удалось исследовать и запрограммировать функционирование многослойной нейронной сети прямого распространения и ее обучение методом обратного распространения ошибки.