

## **Лабораторная работа № 1.**

### **Персептроны. Процедура обучения Розенблатта**

*Целью работы* является исследование свойств персептрона Розенблатта и его применение для решения задачи распознавания образов.

#### **Основные этапы работы:**

1. Для первой обучающей выборки построить и обучить сеть, которая будет правильно относить точки к двум классам. Отобразить дискриминантную линию и проверить качество обучения.
2. Изменить обучающее множество так, чтобы классы стали линейно неразделимыми. Проверить возможности обучения по правилу Розенблатта.
3. Для второй обучающей выборки построить и обучить сеть, которая будет правильно относить точки к четырем классам. Отобразить дискриминантную линию и проверить качество обучения.

#### **Сценарий работы:**

0. Для выполнения работы требуется использовать пакет прикладных программ Neural Network Toolbox системы MATLAB. Система MATLAB (Matrix Laboratory) стала стандартом де-факто в академической и научной среде. Система развивалась от специализированной программы для матричных расчетов в начале 1970-х гг. до универсальной системы компьютерной математики. Одним из достоинств системы является наличие большого числа поставляемых пакетов расширения по основным областям современной математики. Также к достоинствам можно отнести то, что множество пакетов расширений поставляется вместе с исходными текстами программ. MATLAB содержит интерпретируемый C-подобный язык программирования. Поэтому вычислительная среда MATLAB (рис. 1) может использоваться как в виде «суперкалькулятора» для выполнения огромного числа математических и научно-технических расчетов, так и для создания пользователями своих собственных программ и пакетов расширений. Система MATLAB изначально ориентирована на матричные вычисления, что должно учитываться при разработке алгоритмов. Описанные преимущества делают систему MATLAB особенно удобной для макетирования и отработки алгоритмов.

В пакете прикладных программ Neural Network Toolbox реализованы наиболее известные типы сетей, различные методы их обучения и использования. Модели сетей, реализованных в пакете, могут быть использованы для решения задач аппроксимации функции, распознавания образов, классификации, сжатия данных и оптимизации. Для сети каждого типа реализованы функции создания, инициализации, обучения, адаптации и демонстрационные примеры. Пакет может использоваться совместно с системой блочного имитационного моделирования Simulink.

Для выполнения заданий допускается использовать любые версии пакета Neural Network Toolbox. Но в сценарии работы указываются функции пакета Neural Network Toolbox версии 7.0 (MATLAB R2010b).

1. С помощью персептрона Розенблатта решить задачу классификации точек плоскости. Точки располагаются по осям в диапазоне  $[-5; 5]$ . Для этого построить и обучить сеть, которая будет правильно классифицировать точки из заданного набора примеров. В сети должны быть нейроны, имеющие ненулевое смещение.

Для первой обучающей выборки построить и обучить сеть, которая будет правильно относить точки к двум классам.

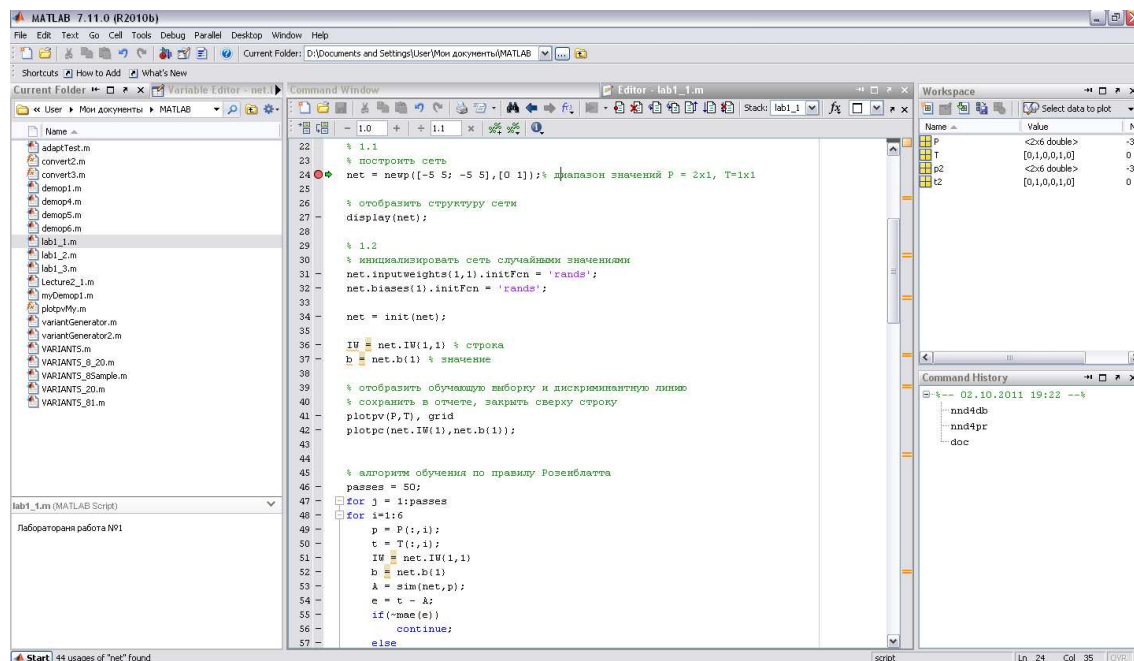


Рис. 1. Окно вычислительной среды MATLAB.

1.1 Обучающее множество занести в отчет.

1.2 Создать сеть. Сконфигурировать сеть под обучающее множество. Отобразить структуру сети с помощью функции *display* и результат занести в отчет.

1.3 Реализовать алгоритм обучения по правилу Розенблатта. Код алгоритма занести в отчет.

1.3.1 Инициализировать сеть случайными значениями. Для инициализации весов и смещений использовать функцию *rand*. Занести в отчет весовые коэффициенты и смещения.

1.3.2 Рассчитать два цикла обучения сети по правилу. Для расчета выходов сети использовать функцию *net*. В качестве показателя качества обучения использовать функцию *mae*. Занести в отчет весовые коэффициенты и смещения после расчета каждой эпохи (итерации). Также занести в отчет ошибку обучения сети по всей обучающей выборке ( $mae(T - net(P))$ )

1.3.3 После обучения отобразить обучающую выборку и дискриминантную линию. Для отображения использовать функции *plotprv* и *plotpc* соответственно. Также отобразить сетку с помощью функции *grid*.

1.4 Провести обучение сети с помощью встроенной функции *train* и проверить качество обучения. Занести в отчет окно Neural Network Training.

1.4.1 Инициализировать сеть случайными значениями.

1.4.2 Провести обучение сети с помощью функции *train* с числом эпох равным 50. Если необходимо, то произвести обучение несколько раз. Занести в отчет весовые коэффициенты и смещения.

1.4.3 Проверить качество обучения: случайным образом задать 3 точки и классифицировать их. Для генерации случайных чисел использовать функцию *rand*. Отобразить сетку, дополнительные точки, обучающую выборку, и дискриминантную линию. Результаты занести в отчет.

2. Изменить обучающее множество так, чтобы классы стали линейно неразделимыми. Проверить возможности обучения по правилу Розенблатта.

2.1 Изменить обучающее множество.

2.2 Инициализировать сеть случайными значениями.

2.3 Провести обучение сети с помощью функции *train* с числом эпох равным 50. Отобразить обучающую выборку и полученную дискриминантную линию. Результаты занести в отчет.

3. Для второй обучающей выборки построить и обучить сеть, которая будет правильно относить точки к четырем классам.

3.1 Обучающее множество занести в отчет.

3.2 Создать сеть.

3.3 Инициализировать сеть случайными значениями.

3.4 Провести обучение сети с помощью функции *train* с числом эпох равным 50. Если необходимо, то произвести обучение несколько раз. Занести в отчет весовые коэффициенты и смещения. Занести в отчет окно Neural Network Training.

3.5 Проверить качество обучения: случайным образом задать 5 точек и классифицировать их. Отобразить сетку, дополнительные точки, обучающую выборку, и дискриминантную линию. Результаты занести в отчет.

### Варианты заданий:

Номер варианта соответствует номеру студента в списке группы.

№	Входные образы	Распределение по классам
1.	$\begin{bmatrix} 1.1 & -1.5 & 0.8 & 4.1 & 2.5 & -1.2 \\ -0.3 & 3.3 & 0.4 & -2.2 & 2.5 & 0.6 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 3.6 & -1.5 & -2.8 & 1 & -3.6 & -0.8 & 2.2 & 3.4 \\ 1.3 & 4.9 & 1.5 & -1.2 & -4.8 & -3.2 & -1.3 & 2.3 \end{bmatrix}$	$[1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1]$ $\begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
2.	$\begin{bmatrix} 2.6 & 3.6 & 0.1 & 0.8 & -3.1 & 2.4 \\ -3.4 & 4.8 & 3.8 & -3.5 & -1 & 3.2 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} -1.6 & 2.9 & 1.8 & -4.5 & -4.6 & 2.2 & 3.7 & -4.3 \\ 2.3 & 0.4 & 3.9 & -2 & -3.1 & 2.2 & 0.8 & 4.2 \end{bmatrix}$	$[1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1]$ $\begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$

<b>№</b>	<b>P</b>	<b>T</b>
3.	$\begin{bmatrix} -2.8 & 4 & 3.4 & 0.8 & 1.6 & 1.2 \\ -0.1 & 0.7 & 2.3 & -2.6 & -4.2 & 1.6 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} -1.8 & 2.1 & 2.2 & 1.7 & -0.7 & 3.1 & -2.6 & -1.3 \\ -0.5 & 3.8 & -4.9 & -0.7 & -3.9 & -1.8 & -1.6 & 0.4 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$
4.	$\begin{bmatrix} -4 & -3.4 & 0.7 & 4.3 & 2.3 & 3.6 \\ -3.6 & 1.2 & -4.5 & 2.2 & -4.4 & 4.3 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 4.3 & -2.5 & 0.9 & 1.1 & 0.3 & -0.5 & 4.6 & 1.9 \\ -3.1 & 3.9 & 0 & 3.1 & -3 & -0.8 & 1.2 & 2.2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$
5.	$\begin{bmatrix} 0.3 & 4.9 & -0.9 & 2.6 & -4 & -1.5 \\ 2 & -2.2 & -0.4 & 3.1 & -3.3 & -4.5 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} -3.5 & -0.7 & 1.1 & 3.6 & 4 & 0.1 & 0.5 & 2.6 \\ -4.9 & 3.3 & 0.2 & -4.1 & -4 & -3.6 & -5 & 3.4 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
6.	$\begin{bmatrix} -0.5 & 4.9 & -2.1 & -2.1 & 0 & 1.3 \\ -4 & -1.7 & -4.4 & -4.6 & 2.6 & -4.2 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} -0.8 & -2.1 & -3.9 & 2 & 2.8 & -1.1 & -2.8 & -3.2 \\ -2.5 & -0.8 & -0.1 & -2.6 & -4.3 & -5 & -5 & -3.6 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$
7.	$\begin{bmatrix} -3.8 & -0.2 & 2.9 & -4.5 & -4.2 & 4.4 \\ 0.4 & 3.9 & 2.3 & -4.3 & 2.9 & 1.8 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} -0.6 & -4.7 & 2.1 & -1.7 & -1.8 & 0.4 & 0.5 & -2.6 \\ 4 & 0.3 & -3.3 & -3.2 & -1 & -4.6 & -2.3 & -2.6 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$

<b>№</b>	<b>P</b>	<b>T</b>
8.	$\begin{bmatrix} -2.8 & -0.2 & 2.8 & -2.1 & 0.3 & -1 \\ 1.4 & -3.5 & -4 & -2.7 & -4.1 & -4 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 1.7 & 4.7 & -0.5 & 1.8 & 1.5 & -1.3 & -3.9 & 4.7 \\ 3.3 & -4.5 & 0.8 & 2.1 & 2.2 & 0.8 & -4.5 & -2.2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$
9.	$\begin{bmatrix} -1.1 & 1.8 & 4.8 & 1.2 & -1.2 & 2.5 \\ -4.3 & -1 & -1 & -3.5 & -3.4 & 3.7 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 4.6 & -1 & -0.3 & -1.1 & 0.5 & 4.9 & 0.3 & -3.9 \\ 1.7 & 4.3 & -2.7 & 2 & 2.5 & 4.6 & 4.6 & -4.5 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$
10.	$\begin{bmatrix} 3 & -3.8 & -1.8 & -1.1 & -3.2 & -4.8 \\ 2.4 & 0.2 & 0.4 & -0.9 & -2.5 & 4.2 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 2 & 2.3 & 0.4 & -1.9 & -3.2 & -0.4 & 4.1 & -5 \\ -1.3 & 4.5 & 0.4 & -4.3 & -4.1 & -5 & 1.4 & -4.7 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$
11.	$\begin{bmatrix} -3.9 & 4.5 & 0.8 & 2.5 & 0 & 3.9 \\ -0.1 & -1.6 & -2.8 & -2.5 & 1.9 & 4.5 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 3.9 & -4.6 & 2.7 & -3.3 & -2.9 & 4 & -4 & -4.5 \\ -4.1 & 0.5 & -1.9 & -1.7 & 0.1 & 1.2 & -1.1 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
12.	$\begin{bmatrix} 2.7 & -3.8 & -0.4 & -1.7 & 2.9 & 0.2 \\ 4.3 & 0.6 & -4.9 & -3.4 & -1.9 & -3.4 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} -1.5 & 4.6 & 4.7 & 1.6 & 1.7 & 1.2 & -4.9 & 4.7 \\ -0.6 & -4.6 & -3.2 & 0.8 & -1.4 & 3.1 & -4.2 & 1.5 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$

№	<b>P</b>	<b>T</b>
13.	$\begin{bmatrix} 0.7 & -2.7 & 3.2 & -4.6 & 1.4 & 1.4 \\ -4.5 & -1.5 & -4.9 & -3.4 & 2.3 & -0.5 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 0.6 & 2.4 & 1.4 & -3.7 & -1.4 & 2.8 & -3.7 & 0.5 \\ -2.4 & 0 & -2 & -0.3 & 2.8 & 1.6 & -4.8 & -2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
14.	$\begin{bmatrix} 4.7 & -3.9 & -1 & -2.4 & 2.1 & -3.9 \\ -0.7 & -2.5 & 0.9 & 1 & -2.8 & -2.1 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} -0.5 & 2.8 & 4.1 & 0.9 & 3.9 & -3 & 2.6 & -2.2 \\ -2.6 & 3.8 & 0.5 & -3.6 & -0.5 & 3.9 & 3.8 & 1.7 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$
15.	$\begin{bmatrix} -4.1 & -1.7 & -3.7 & -4 & -0.1 & 2.1 \\ -2.4 & 1.7 & 2.2 & 1.5 & 2.7 & 4 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 2 & -2.3 & -4.1 & 1.9 & 4.5 & -0.7 & 2.6 & -3.2 \\ -4.7 & -4.6 & 3.2 & -1.9 & -4.7 & -1.2 & 2.9 & -0.2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$
16.	$\begin{bmatrix} -5 & -1.2 & -5 & -0.8 & 2.7 & 2.8 \\ 1 & 4.1 & -0.4 & -0.4 & -1.8 & -0.3 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 4.1 & 2.5 & -1.2 & -4.3 & 0.3 & 4.3 & 0.6 & -4.9 \\ -2.2 & 2.5 & 0.6 & -4.5 & 2.7 & -3.8 & -0.4 & -1.7 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$
17.	$\begin{bmatrix} 1.4 & 1.3 & 1.4 & 2.2 & 4.9 & -4 \\ -0.3 & 0.4 & 0.4 & 0.2 & -2.9 & -4 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} -2.6 & -4.1 & 4.4 & 0.7 & -2.7 & 3.2 & -4.6 & 1.4 \\ -1 & -3.7 & 4.5 & -4.5 & -1.5 & -4.9 & -3.4 & 2.3 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

<b>№</b>	<b>P</b>	<b>T</b>
18.	$\begin{bmatrix} 2.6 & 3 & -1.3 & 2.9 & -1.8 & -0.7 \\ -1.1 & 2.5 & -2.9 & 4.4 & 1.7 & 3.3 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} -2.8 & -2.8 & -1.9 & -0.7 & 4 & -0.7 & -2.5 & 0.9 \\ -3.3 & -0.7 & 4.2 & -3.2 & 4.7 & -3.9 & -1 & -2.4 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$
19.	$\begin{bmatrix} 1.9 & 3.1 & 4.8 & 3.6 & 4.8 & -0.3 \\ 0.8 & 3.7 & -5 & 1.1 & 0.2 & 3 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} -4 & -0.1 & 2.1 & 3.9 & 1.9 & -4.7 & 0 & 4 \\ 1.5 & 2.7 & 4 & -1.7 & -3.1 & 2.4 & -0.3 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$
20.	$\begin{bmatrix} 4.3 & 2.3 & 3.6 & 4.8 & 2.8 & -3.3 \\ 2.2 & -4.4 & 4.3 & 3.5 & 0.1 & -1.1 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} -4.4 & 0.2 & 1.5 & -2.1 & -4.9 & -3.4 & -1.3 & -0.2 \\ -1.1 & -0.9 & 1.2 & -0.7 & 4.8 & -4 & -3.1 & -1.7 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
21.	$\begin{bmatrix} 2.6 & -4 & -1.5 & 0.2 & -3.3 & 4 \\ 3.1 & -3.3 & -4.5 & -1.7 & -3 & 1.7 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} -1.2 & -2.5 & 1.1 & 3.2 & 2.3 & 0.8 & 4 & 3.1 \\ 0.8 & -2.1 & -2.4 & 4.8 & -1.6 & -4 & -3.7 & -2.4 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
22.	$\begin{bmatrix} -2.1 & 0 & 1.3 & -4.2 & 4 & -4 \\ -4.6 & 2.6 & -4.2 & 2.7 & 0.3 & 3.2 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 1.3 & -2.6 & -2.2 & 1.9 & -2.5 & 1.6 & -1.6 & 1.7 \\ 4.5 & 1.7 & 1.7 & -4.4 & -2.8 & 3.4 & 2.8 & -5 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$

№	P	T
23.	$\begin{bmatrix} 4.7 & -4.2 & -1.4 & 0.9 & -1.4 & -4.2 \\ 3.6 & -1.4 & 1.8 & 2.8 & -3 & 2.7 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} -2.7 & 1 & -0.5 & 2.7 & 1.6 & 3.4 & -2.5 & 0.8 \\ -3.9 & -0.5 & 1.6 & -1.5 & -0.9 & 3.3 & 1.1 & 0.4 \end{bmatrix}$	$[0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1]$ $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$
24.	$\begin{bmatrix} -3.2 & 2.9 & 2.6 & -2.3 & 1.7 & -0.5 \\ -2.4 & -0.2 & -1.1 & -4.7 & -0.8 & 1 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} -1.6 & 0.8 & -4.6 & -2.6 & 1.8 & 2.3 & 1.8 & -0.6 \\ -3.6 & -2.4 & 2.5 & -0.6 & -1.5 & -1.1 & 2 & -4.9 \end{bmatrix}$	$[1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1]$ $\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$
25.	$\begin{bmatrix} -3.2 & -4.3 & 2 & -1.9 & 1.2 & -3.3 \\ -2.9 & 4.1 & 0.5 & -3.4 & 4.8 & -2.5 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 0.7 & 2.3 & -2.6 & -4.2 & 1.6 & 3.9 & 2.6 & 4.2 \\ 3.4 & 0.8 & 1.6 & 1.2 & 2.2 & 4.8 & 0.8 & 0.8 \end{bmatrix}$	$[0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0]$ $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$
26.	$\begin{bmatrix} -3.8 & -2.1 & 1.5 & 4.3 & -2.6 & 2.5 \\ -4.8 & -1.9 & 4.5 & -0.5 & 2.6 & 2.4 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} -4 & -3.4 & 0.7 & 4.3 & 2.3 & 3.6 & 4.8 & 2.8 \\ -3.6 & 1.2 & -4.5 & 2.2 & -4.4 & 4.3 & 3.5 & 0.1 \end{bmatrix}$	$[1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0]$ $\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
27.	$\begin{bmatrix} -2.5 & 4.2 & 4.3 & 4.2 & 0.7 & -2.5 \\ -4.8 & 1.5 & -3.4 & 2.9 & -0.6 & 2.5 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} -3 & 1.7 & 4.1 & 2.4 & 0.6 & 0.9 & -3.7 & 3.9 \\ 4 & -0.4 & -4 & 2.3 & -3.2 & -2.1 & -2.9 & -4.3 \end{bmatrix}$	$[0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0]$ $\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$



№	P	T
28.	$\begin{bmatrix} -4.8 & -3.2 & -1.3 & 2.3 & -3.3 & -2.4 \\ -0.8 & 2.2 & 3.4 & 0.7 & 4.5 & 4.2 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 1.9 & -1.1 & 2.8 & 1 & -4 & 0.4 & 3.9 & 2.3 \\ 0.5 & -4.4 & -1.7 & 2.4 & -3.8 & -0.2 & 2.9 & -4.5 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$
29.	$\begin{bmatrix} 0.3 & 3 & -4.4 & -4.9 & 2.8 & 3.8 \\ -4.2 & 4.8 & 4.3 & 1.8 & 0.3 & 3.9 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} -2.1 & 0.3 & -1 & -3.9 & -2.1 & 4.6 & 1.9 & -0.7 \\ -2.7 & -4.1 & -4 & 2.8 & 1 & -0.7 & 2.5 & 1.5 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
30.	$\begin{bmatrix} 0.1 & 2.1 & -1.5 & -1.6 & -0.5 & -2.9 \\ -4.2 & 4.9 & 4.7 & 3.8 & -0.9 & -3.8 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} -3.4 & 3.7 & 1.8 & 0.3 & 0.9 & -2.1 & -0.8 & -0.5 \\ 2.5 & -1.5 & -2.1 & 3.3 & -1.7 & -0.5 & -1.5 & 2.4 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$

### Литература

1. Beale M., Hagan M., Demuth H. Neural Network Toolbox User's guide R2011b. The MathWorks, 2011. –pp. 9-3-9-17.
2. Медведев В. С., Потемкин В. Г. Нейронные сети. МАТЛАБ 6/Под общ. ред. к. т. н. В. Г. Потемкина – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2006. – с. 102–114.
3. Hagan M., Demuth H. Neural Network Design. 1996. – Chapter 4. – 35 pp.