

## Лабораторная работа № 4

### Вариант № 4

Распознавание образов, описываемых бинарными признаками

#### Цель работы

Синтезировать алгоритмы распознавания образов, описываемых бинарными признаками. Исследовать синтезированные алгоритмы распознавания с точки зрения ожидаемых потерь и ошибок.

#### Задание

Провести имитационное моделирование алгоритма, в ходе которого рассчитать значения вероятности ошибок распознавания для трех различных случаев априорных вероятностей гипотез:

- $p(w_1) > p(w_2)$ ;
- $p(w_1) = p(w_2)$ ;
- $p(w_1) < p(w_2)$ ;

Сравнить полученные вероятности ошибок со значениями, вычисленными теоретически. Провести анализ полученных результатов и представить его в виде выводов по проделанной работе.

Построить график зависимости экспериментальной ошибки первого и второго рода при распознавании двух образов (случайных двоичных векторов) от числа несовпадающих пикселей в изображениях ( $ns$ ). Сравнить с теоретическим значением.

#### Код программы (внесённые изменения в шаблон кода выделены)

```
%Файл pr54_res_bin. Синтез и анализ алгоритмов распознавания образов по дискретным
%признакам (на примере распознавания бинарных изображений)
% ПРИМЕР ДЛЯ ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЧИСЛА РАЗЛИЧАЮЩИХСЯ ПИКСЕЛЕЙ (ns)
clear all; close all;
%1.Задание исходных данных
n=35; %количество признаков (исходя из размера изображений)
M=2; s=zeros(n,M); %количество классов и эталонные описания
```

```

% ЗДЕСЬ МЕНЯЕТСЯ п.1.1: вместо букв генерируем случайно образ первого
% класса
%1.1. Задание эталонов классов
img1 = randi(2, n, 1) - 1;
%1.2. Задание параметров эксперимента
pw=[0.5,0.5]; %априорные вероятности гипотез
np=sum(pw); pw=pw/np;%исключение некорректного задания априорных вероятностей
N = 20; %количество шагов изменения варьируемого параметра - pI
K = 1000;%количество реализаций
pI=zeros(1,N); %массив вероятностей искажения символа
%1.3. Массивы теор. и эксп. ошибок первого и второго рода
p12th = pI;
p21th = pI;
p12ex = pI;
p21ex = pI;
%1.4. Матрица ошибок
Pc_ =zeros(M,M,N);%экспериментальная матрица вероятностей ошибок
% ЗДЕСЬ добавить произвольное фиксированное значение вероятности искажения
pI = 0.5; %вероятность искажения элемента (пикселя)
pI_ = 1 - pI;
%Цикл по значениям вероятности искажения элементов символов
for t = 1:N,
% ЗДЕСЬ убрать вычисление вероятности искажения элемента (так как оно
фиксированное)
% pI(t)=(1/N)*(t-1); pI=pI(t); %вероятность искажения элемента (пикселя)
% ЗДЕСЬ добавляется генерация образа 2го класса
% Генерация второго образа с ns различающимися элементами
pI(t)=t/N; % ТЕПЕРЬ pI - это массив, содержащий долю различающихся пикселей в 2х
классах
ns = fix(pI(t) * n); %число отличающихся пикселей
img2 = img1;
img2(1 : ns) = 1 - img2(1 : ns);
s(:,1)=img1;
s(:,2)=img2;
s_ = 1-s; %получение инвертированных изображений
%2.Синтез решающего правила и расчет теоретических вероятностей ошибок
if pI==0, pI=0.0001; end;%регуляризация разделяющей функции
if pI==0.5, pI=0.4999; end;
pI_ =1-pI;
G1=zeros(1,n); G2=zeros(1,n);
% 2.1. Вычисление порога принятия решений
ns=sum(abs(s(:,1)-s(:,2)));%общее количество несовпадающих элементов
l0_ =log(pw(2)/pw(1)); %порог принятия решения
L0=log(pw(2)/pw(1))/(2*log(pI_)-2*log(pI))+ns/2;
L0r=floor(L0);
% 2.2.Вычисление коэффициентов разделяющей функции
for k=1:n,
G1(1,k)=log((s(k,1)*pI_+s_(k,1)*pI)/(s(k,2)*pI_+s_(k,2)*pI));
G2(1,k)=log((s(k,1)*pI+s_(k,1)*pI_)/(s(k,2)*pI+s_(k,2)*pI_));
end;
% 2.3. Определение вероятностей перепутывания
if pI<0.5,%расчет вероятностей ошибок

```

```

p12th(t)=binocdf(L0r,ns,1-pI);
p21th(t)=1-binocdf(L0r,ns,pI);
else
p12th(t)=1-binocdf(L0r,ns,1-pI);
p21th(t)=binocdf(L0r,ns,pI);
end;
%3.Тестирование алгоритма методом статистических испытаний
for kk=1:K,%цикл по числу реализаций
for i=1:M,%цикл по классам
% 3.1. Моделирование искажения
x = s(:,i);
r = rand(n,1);
ir = find(r < pI);
x(ir) = 1-x(ir);%искажение элементов – инверсия в случайных точках
x_ = 1-x;
% 3.2. Классификация искаженного образа
u=G1*x+G2*x_-I0_; %вычисление значения разделяющих функций
if u>0
iai=1;
else
iai=2;
end
% 3.3. Фиксация результата распознавания
Pc_(i,iai,t)=Pc_(i,iai,t)+1;%фиксация результата распознавания
if (kk==1) && (t==2), %отображение примеров искажения символов
IAx=reshape(x_,5,7);
figure; imshow(IAx);
end;
end;
end;
Pc_(:,t)=Pc_(:,t)/K;
p12ex(t)=Pc_(1,2,t); p21ex(t)=Pc_(2,1,t);
end;
%4.Визуализация результата в виде графиков вероятностей ошибок
figure; grid on; hold on;
ms=1;
axis([min(pi), max(pi), 0, ms]);%установка границ поля графика по осям
p=plot(pi,p12th,'-b',pi,p21th,'-r',pi,p12ex,'--ok',pi,p21ex,'--^k');
set(p,'LineWidth',1.0);
title('Теоретические вероятности ошибок и их оценки','FontName','Courier','FontSize',14);
xlabel('pi','FontName','Courier','FontSize',14);
ylabel('P','FontName','Courier','FontSize',14);
strv1 = ' pw=';
strv2 = num2str(pw,'% G');
text(0.1, 0.75*ms, [strv1,strv2],'HorizontalAlignment','left','BackgroundColor',[.8 .8 .8],'FontSize',12);
legend('p12th','p21th','p12ex','p21ex');
hold off;

```

## Результаты выполнения задания

Был получен график зависимости экспериментальной ошибки первого и второго рода при распознавании двух образов от числа несовпадающих пикселей в изображениях (ns).

Далее на рисунках 1, 2, 3 представлены зависимости для теоретических вероятностей ошибок и их экспериментальных оценок, полученных в ходе статистического моделирования.

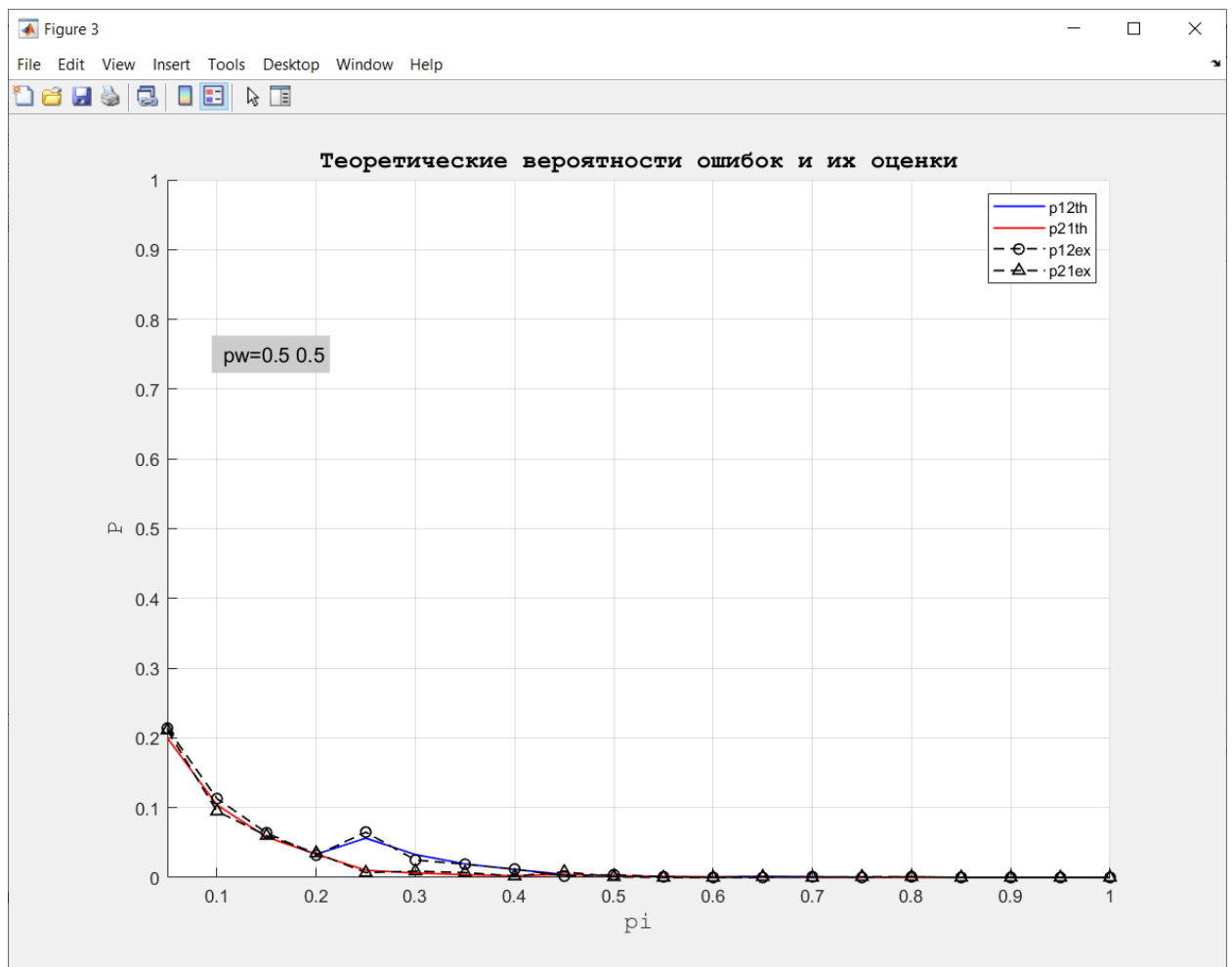


Рисунок 1 – Зависимости для вероятностей ошибок первого и второго рода о вероятности искажения элементов  $p_i = 0.2$

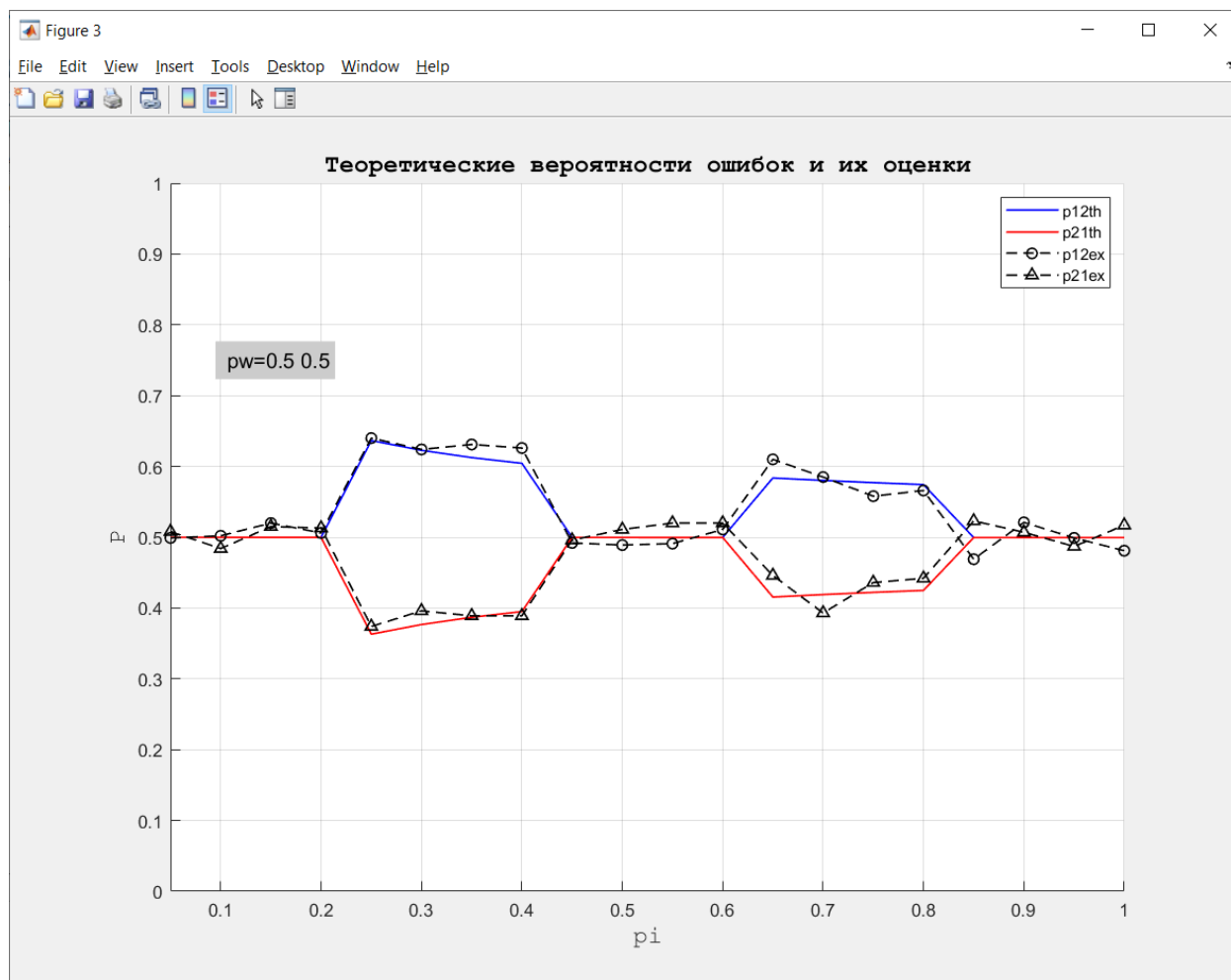


Рисунок 2 – Зависимости для вероятностей ошибок первого и второго рода о вероятности искажения элементов  $p_I = 0.5$

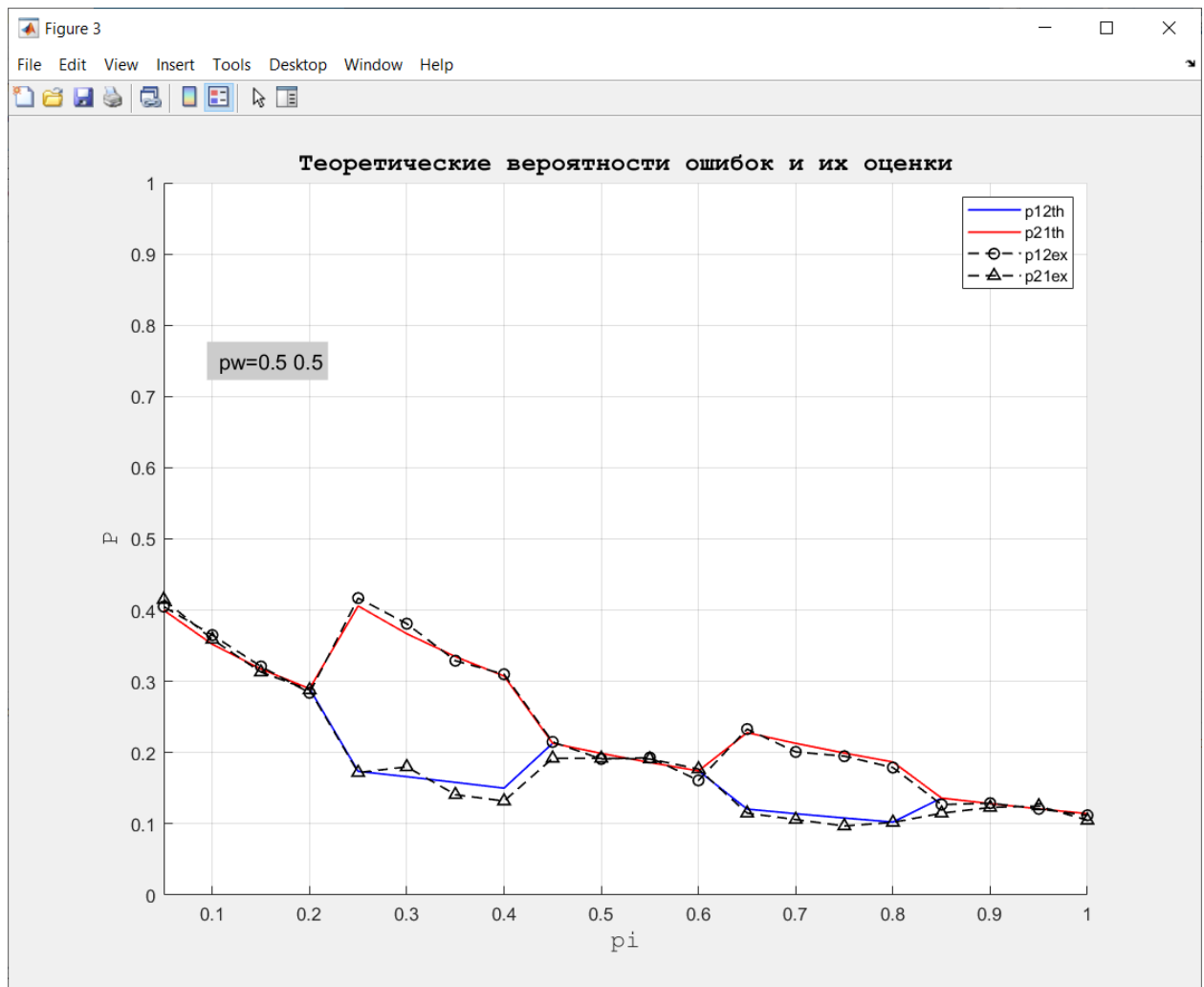


Рисунок 3 – Зависимости для вероятностей ошибок первого и второго рода о вероятности искажения элементов  $\pi = 0.6$

## Выводы

1. Разбор полученных связей указывает на отличное соответствие между теоретическими и экспериментальными результатами. Точность распознавания улучшается, что можно сравнить с использованием инвертированных версий изображений в качестве эталонов.

2. Симметричная зависимость вероятности ошибки распознавания от вероятности искажения символа объясняется наличием всего двух возможных значений (0 или 1) для каждого бинарного признака