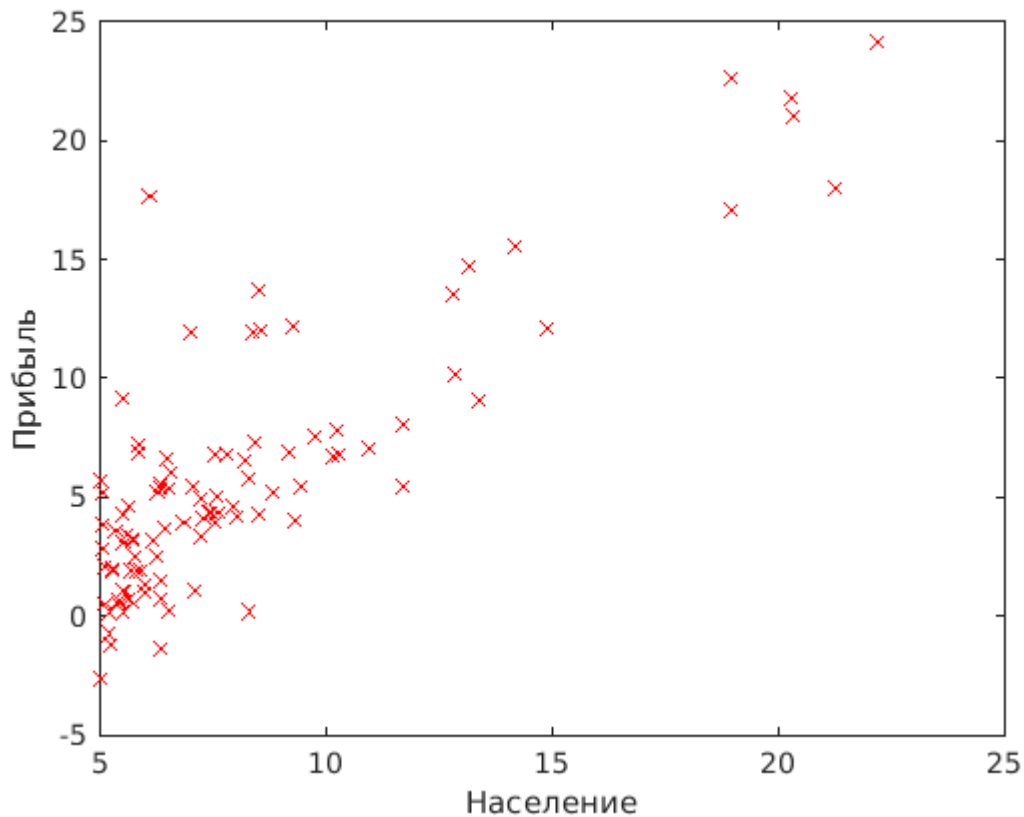


1. Загрузите набор данных **ex1data1.txt** из текстового файла.

```
data = load('ex1data1.txt');  
X = data(:, 1); y = data(:, 2);
```

2. Постройте график зависимости прибыли ресторана от населения города, в котором он расположен.

```
plot(X,y, 'rx');  
xlabel('Население');  
ylabel('Прибыль');
```



3. Реализуйте функцию потерь $J(\theta)$ для набора данных **ex1data1.txt**.

```
function result = computeH(x_i, theta, featureNumber)  
result = 0;  
for i = 1:featureNumber  
result = result + x_i(i)*theta(i);  
end  
end  
  
function J = computeCost(X, y, theta)  
m = length(y);  
J = 0;  
  
featureNumber = size(X,2);  
  
sum = 0;
```

```

for i = 1:m
sum = sum + (computeH(X(i,:), theta, featureNumber)-y(i))^2;
end

J = sum/(2*m);

end

```

4. Реализуйте функцию градиентного спуска для выбора параметров модели. Постройте полученную модель (функцию) совместно с графиком из пункта 2.

```

function [theta, J_history] = gradientDescent(X, y, theta, alpha, num_iters)
m = length(y);
J_history = zeros(num_iters, 1);
for iter = 1:num_iters
featureNumber = size(X,2);
theta_temp = zeros(featureNumber,1);
for i = 1:featureNumber
sumResult = 0;
for j = 1:m
sumResult = sumResult + (computeH(X(j,:), theta, featureNumber) - y(j)) * X(j,i);
end
theta_temp(i) = theta(i) - (alpha/m)*sumResult;
end
theta = theta_temp;
J_history(iter) = computeCost(X, y, theta);
end
end

```

```

m = length(X);
X = [ones(m, 1), data(:,1)];
theta = zeros(2, 1);
iterations = 1500;
alpha = 0.01;
theta = gradientDescent(X, y, theta, alpha, iterations);
fprintf('Theta computed from gradient descent:\n%f,\n%f',theta(1),theta(2));

```

```

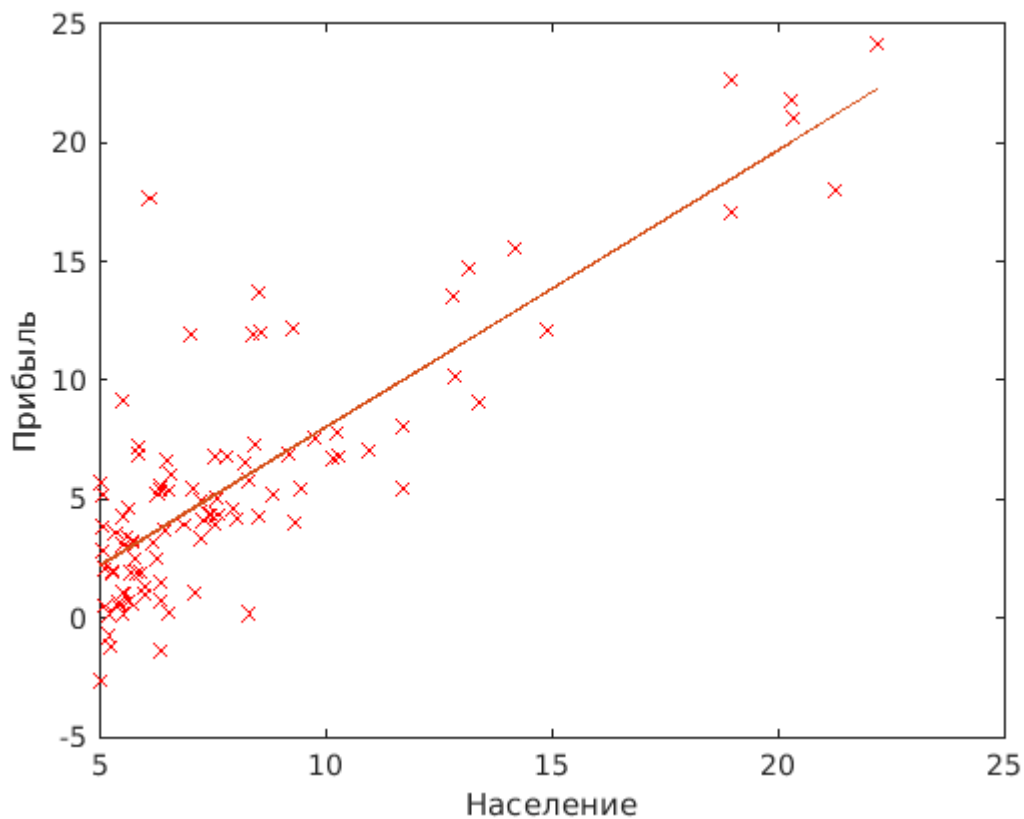
Theta computed from gradient descent:
-3.630291,
1.166362

```

```

hold on;
plot(X(:,2), X*theta, '-');
hold off;

```



5. Постройте трехмерный график зависимости функции потерь от параметров модели (θ_0 и θ_1) как в виде поверхности, так и в виде изолиний (contour plot).

```
% Visualizing J(theta_0, theta_1):
% Grid over which we will calculate J
theta0_vals = linspace(-10, 10, 100);
theta1_vals = linspace(-1, 4, 100);

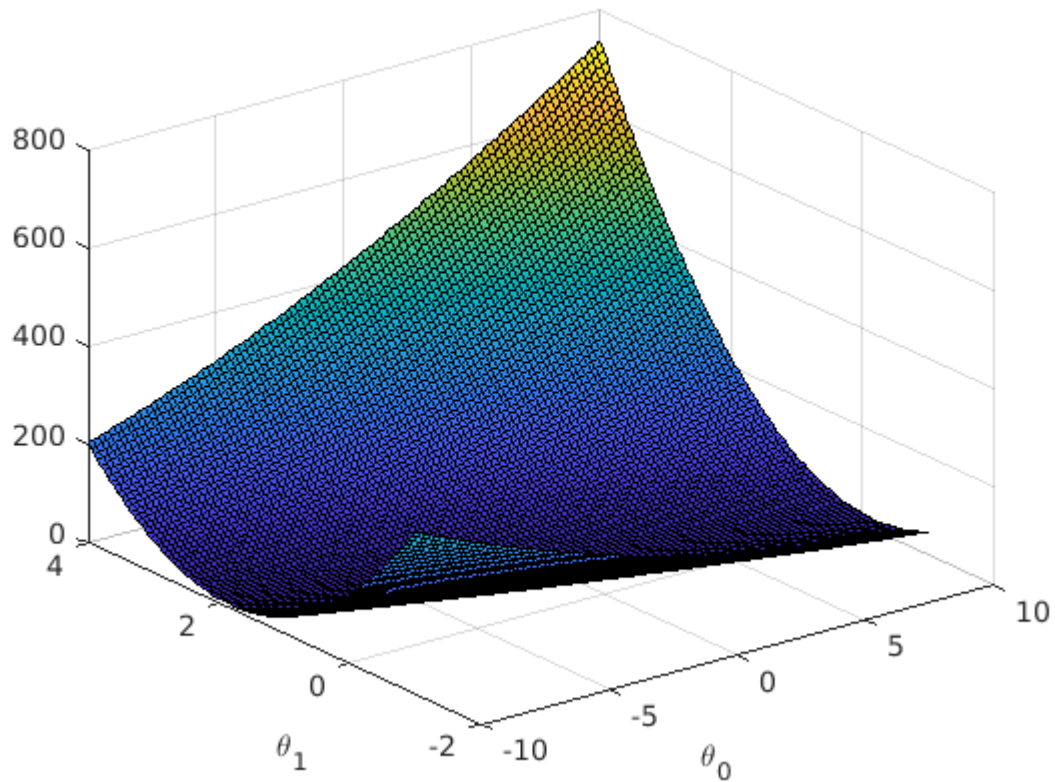
% initialize J_vals to a matrix of 0's
J_vals = zeros(length(theta0_vals), length(theta1_vals));

% Fill out J_vals
for i = 1:length(theta0_vals)
    for j = 1:length(theta1_vals)
        t = [theta0_vals(i); theta1_vals(j)];
        J_vals(i,j) = computeCost(X, y, t);
    end
end

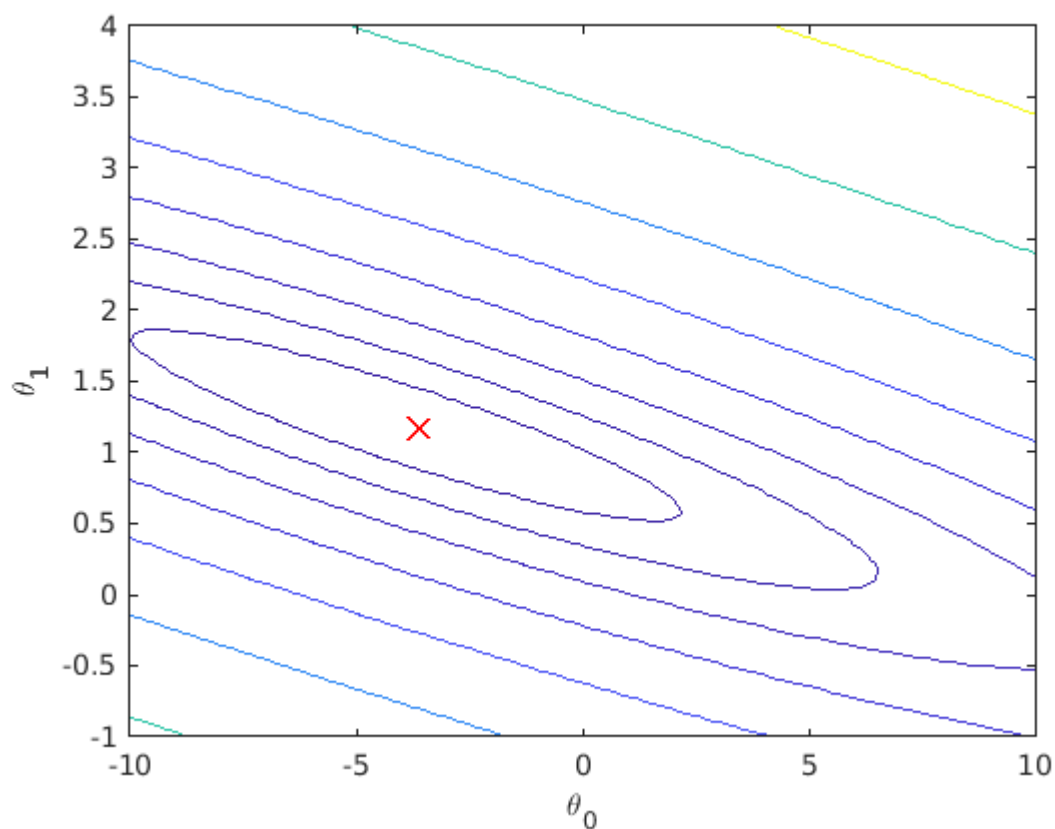
% Because of the way meshgrids work in the surf command, we need to
% transpose J_vals before calling surf, or else the axes will be flipped
J_vals = J_vals';

% Surface plot
figure;
surf(theta0_vals, theta1_vals, J_vals)
```

```
xlabel('\theta_0'); ylabel('\theta_1');
```



```
% Contour plot
figure;
% Plot J_vals as 15 contours spaced logarithmically between 0.01 and 100
contour(theta0_vals, theta1_vals, J_vals, logspace(-2, 3, 20))
xlabel('\theta_0'); ylabel('\theta_1');
hold on;
plot(theta(1), theta(2), 'rx', 'MarkerSize', 10, 'LineWidth', 2);
hold off;
```

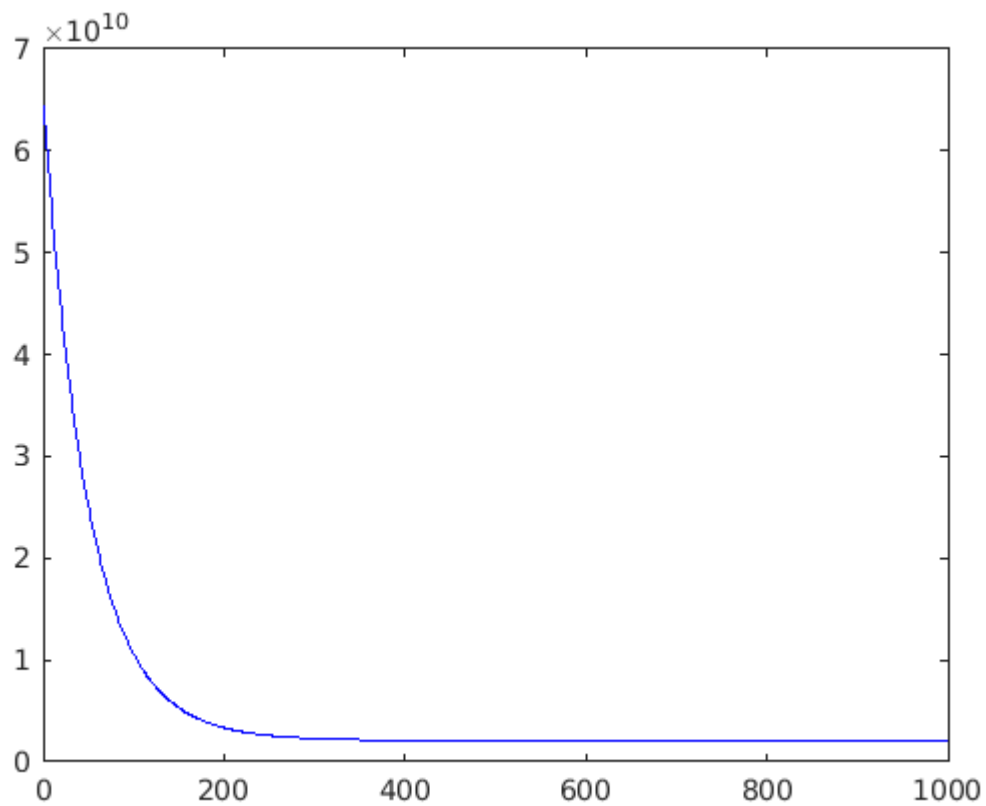


6. Загрузите набор данных **ex1data2.txt** из текстового файла.

```
data = load('ex1data2.txt');
X = data(:, 1:2);
y = data(:, 3);
```

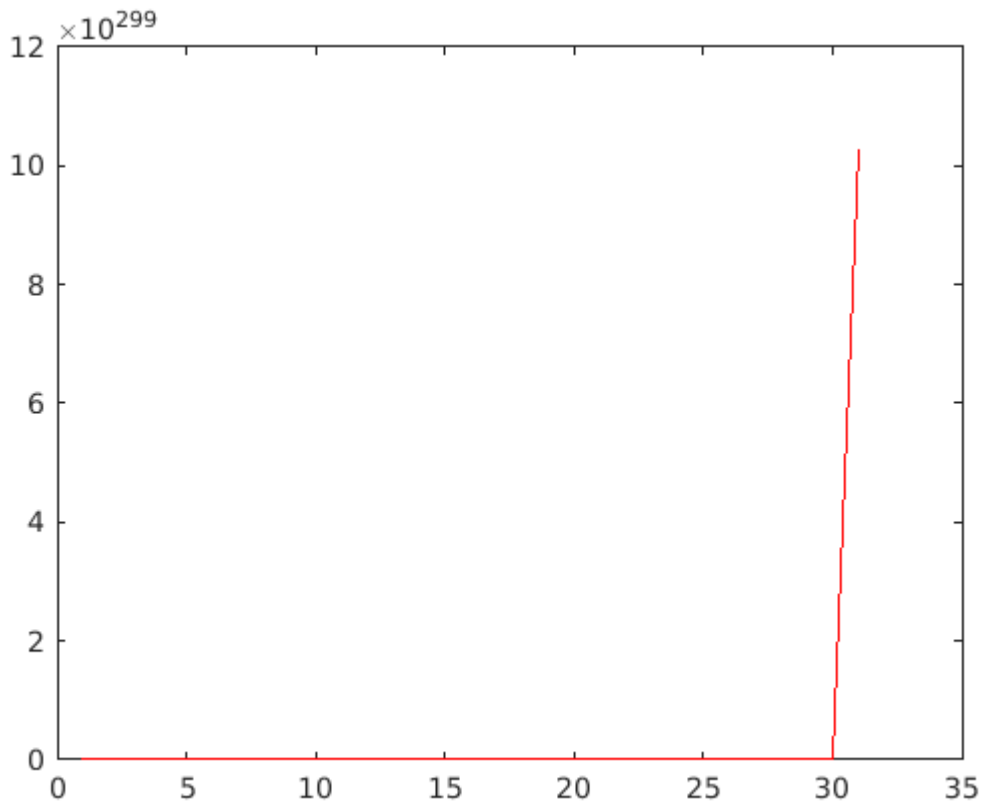
7. Произведите нормализацию признаков. Повлияло ли это на скорость сходимости градиентного спуска? Ответ дайте в виде графика.

```
[X, mu, sigma] = featureNormalize(X);
m = length(X);
X = [ones(m, 1) X];
theta = zeros(3, 1);
iterations = 1000;
alpha = 0.01;
[theta, J_history] = gradientDescentVectorized(X, y, theta, alpha, iterations);
plot(1:1000, J_history(1:1000), 'b');theta
```



```
theta = 3x1
105 ×
    3.4040
    1.0874
   -0.0587
```

```
iterations = 200;
X = data(:, 1:2);
y = data(:, 3);
m = length(X);
X = [ones(m, 1) X];
theta = zeros(3, 1);
alpha = 0.01;
[theta, J_history2] = gradientDescent(X, y, theta, alpha, iterations);
plot(1:iterations, J_history2(1:iterations), 'r');
```



theta

```
theta = 3x1
    NaN
    NaN
    NaN
```

8. Реализуйте функции потерь $J(\theta)$ и градиентного спуска для случая многомерной линейной регрессии с использованием векторизации.

```
function J = computeCostVectorized(X, y, theta)
m = length(y);
J = (1/(2*m))*(X * theta - y)'*(X * theta - y);

end

function [theta, J_history] = gradientDescentVectorized(X, y, theta, alpha, num_iters)

m = length(y);
J_history = zeros(num_iters, 1);

for iter = 1:num_iters
theta = theta - (alpha/m) * ((X*theta - y)'*X)';
J_history(iter) = computeCostVectorized(X, y, theta);
end

end
```

9. Покажите, что векторизация дает прирост производительности.

```
data = load('ex1data2.txt');
X = data(:, 1:2);
y = data(:, 3);
[X, mu, sigma] = featureNormalize(X);
m = length(X);
X = [ones(m, 1) X];
theta = zeros(3, 1);
iterations = 10000;
alpha = 0.01;
tic
gradientDescent(X, y, theta, alpha, iterations);
timeElapsedNonVectorized = toc
```

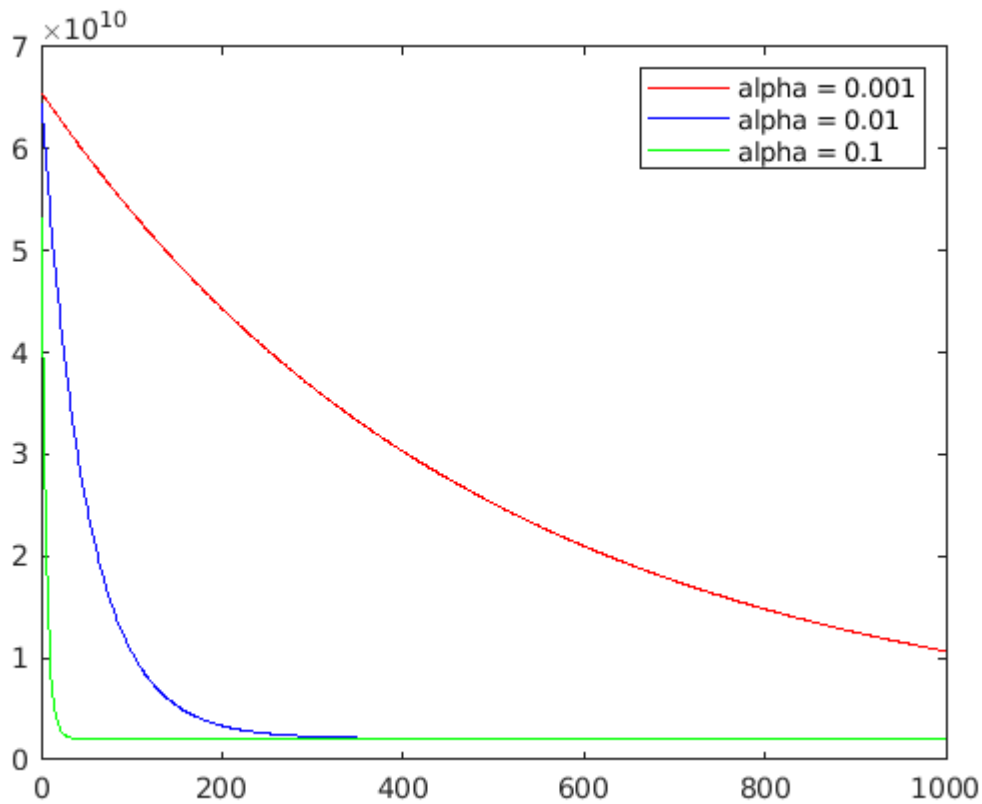
```
timeElapsedNonVectorized = 0.2906
theta = 3x1
105 ×
    3.4041
    1.0945
   -0.0658
```

```
tic
gradientDescentVectorized(X, y, theta, alpha, iterations);
timeElapsedVectorized = toc
```

```
timeElapsedVectorized = 0.0837
```

10. Попробуйте изменить параметр α (коэффициент обучения). Как при этом изменяется график функции потерь в зависимости от числа итераций градиентного спуска? Результат изобразите в качестве графика.

```
iterations = 1000;
theta = zeros(3, 1);
alpha = 0.001;
[theta, J_history2] = gradientDescentVectorized(X, y, theta, alpha, iterations);
plot(1:iterations, J_history2(1:iterations), 'r', 'DisplayName', 'alpha = 0.001');
hold on
theta = zeros(3, 1);
alpha = 0.01;
[theta, J_history2] = gradientDescentVectorized(X, y, theta, alpha, iterations);
plot(1:iterations, J_history2(1:iterations), 'b', 'DisplayName', 'alpha = 0.01');
theta = zeros(3, 1);
alpha = 0.1;
[theta, J_history2] = gradientDescentVectorized(X, y, theta, alpha, iterations);
plot(1:iterations, J_history2(1:iterations), 'g', 'DisplayName', 'alpha = 0.1');
legend
hold off
```

11. Постройте модель, используя аналитическое решение, которое может быть получено методом наименьших квадратов. Сравните результаты данной модели с моделью, полученной с помощью градиентного спуска.

```
theta = zeros(3, 1);
alpha = 0.10;
tic
[theta, J_history2] = gradientDescentVectorized(X, y, theta, alpha, iterations);
timeElapsedVectorized = toc
```

```
timeElapsedVectorized = 0.0046
```

```
theta
```

```
theta = 3x1
105 ×
    3.4041
    1.0945
   -0.0658
```

```
theta = zeros(3, 1);
tic
theta = leastSquares(X, y);
timeElapsedVectorized = toc
```

```
timeElapsedVectorized = 0.0032
```

```
theta
```

```
theta = 3x1
105 x
    3.4041
    1.0945
   -0.0658
```