

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)
Кафедра САУ

ОТЧЕТ
по лабораторной работе № 3
по дисциплине «Современные методы теории управления»
ТЕМА: ИССЛЕДОВАНИЕ ОСЦИЛЯТОРА ВАН ДЕР ПОЛЯ

Студент гр. 9492

Викторов А.Д.

Преподаватель

Бельский Г.В.

Санкт-Петербург

2023

Цель работы: построение фазовых траекторий осциллятора Ван дер Поля.

Ход работы

Работа заключается в реализации, функции которая принимает в качестве аргумента параметры системы и возвращает значения производных для применения в качестве аргумента функции ode45 и в реализации скрипта в Matlab для отображения фазовых траекторий системы при разных начальных условиях, параметрах осциллятора и внешних воздействиях для последующего анализа.

Код скрипта представлен в листинге 1, код функции в листинге 2.

Листинг 1 – Исходный код скрипта

```
% Функция для исследования осциллятора Ван дер Поля
a_values = [0 0.1, 0.5, 1, 1.5, 2];
%a_values = [2];

% Определение временного интервала и начальных условий
tspan = [0, 20];
x0 = [0; 4];
A = 0;
w = 5;
% Папка для сохранения изображений
output_folder = 'phase_portraits';
if ~exist(output_folder, 'dir')
    mkdir(output_folder);
end

% Цикл по значениям параметра a
for i = 1:length(a_values)
    a = a_values(i);

    % Вызов ode45 для численного решения
    [t, y] = ode45(@VanDerPol(t, y, a, A, w), tspan, x0);

    % Отображение фазового портрета
    figure;
    plot(y(:, 1), y(:, 2), 'b');
    xlabel('x');
    ylabel('y');
    title(['Van der Pol Phase Portrait, a = ' num2str(a)]);
    grid on;

    % Сохранение изображения
    filename = fullfile(output_folder, ['out_phase_portrait_a_' num2str(a) '.png']);
    saveas(gcf, filename);
    close(gcf); % Закрываем текущее окно графика
end
```

```
function dx = VanDerPol(t, x, a, A, w)
    U = A*sin(w*t);
    dx = zeros(2, 1);
    dx(1) = x(2);
    dx(2) = a * (1 - x(1)^2) * x(2) - x(1) + U;
end
```

В результате выполнения программы были получены фазовые портреты, для анализа они будут представлены по трем категориям, с Н.У. (0, 2), (0, 4) и с Н.У. (0, 2) с добавлением синусоидального внешнего воздействия.

При Н.У. (0, 2):

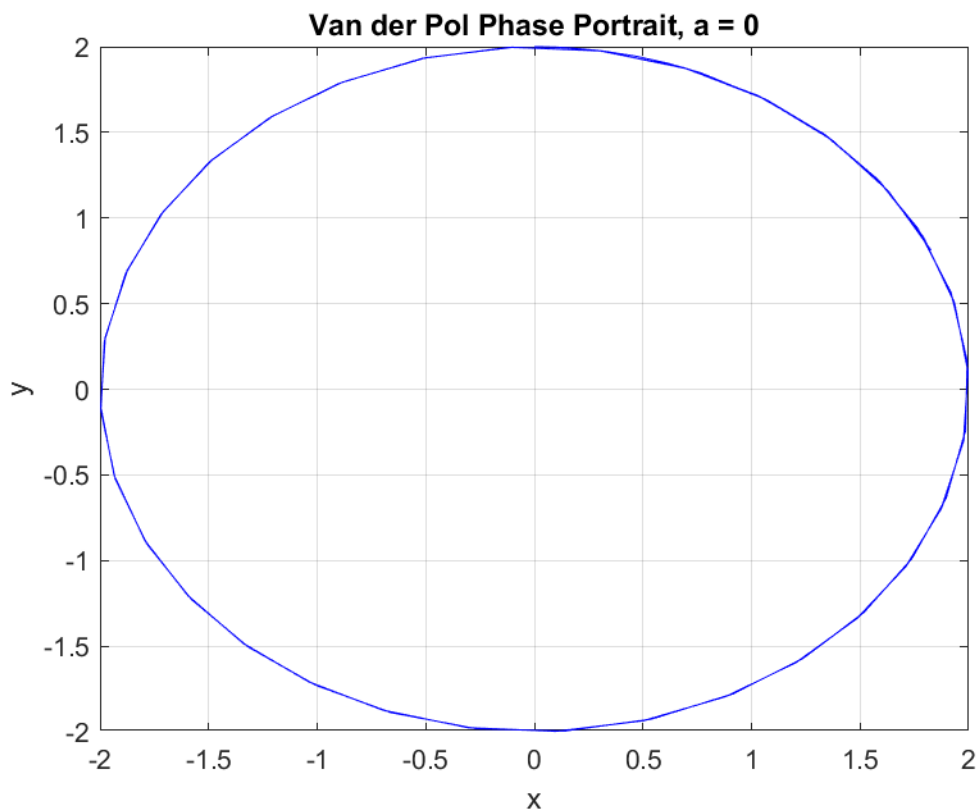


Рисунок 1 - Фазовый портрет системы при $a = 0$

На рисунках 1-3 можно заметить, как увеличению параметра a увеличивается кривизна фазовых траекторий. При $a = 0$, фазовый портрет представляет из себя фокус так как его радиус зависит от начальных условий (это можно увидеть на следующих рисунках). При $a > 0$, фазовый портрет представляет собой устойчивый предельный цикл.

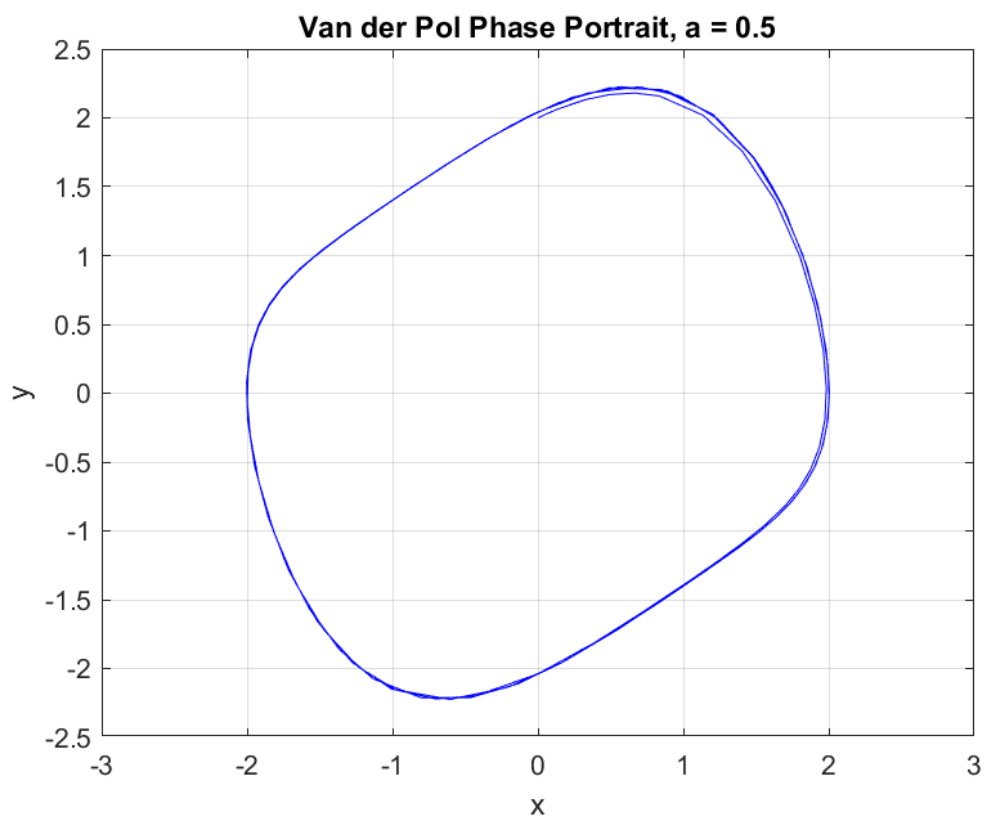


Рисунок 2 - Фазовый портрет системы при $a = 0.5$

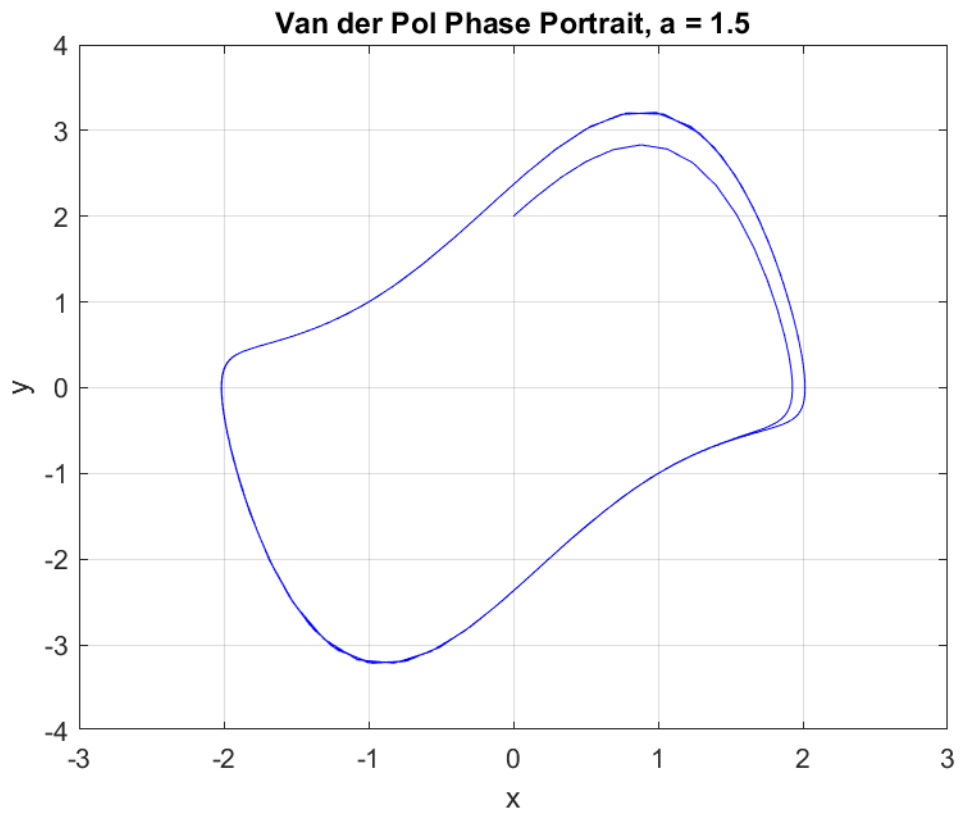


Рисунок 3 - Фазовый портрет системы при $a = 1.5$

Фазовые портреты при Н.У. (0, 4):

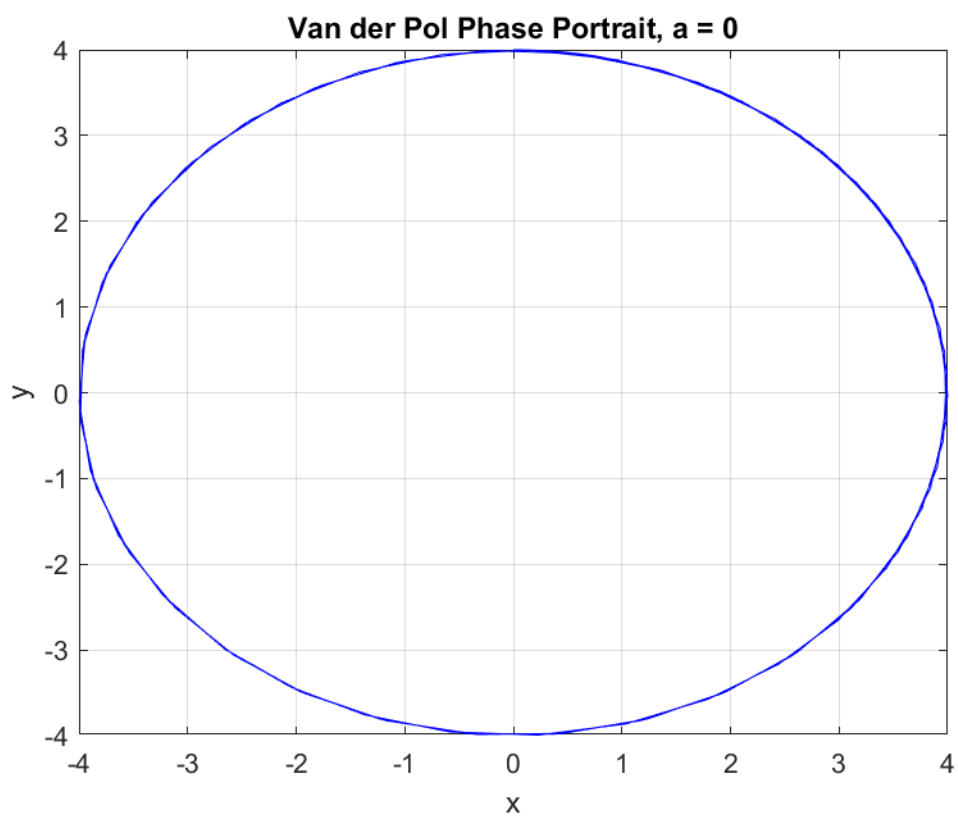


Рисунок 4 - Фазовый портрет системы при $a = 0$

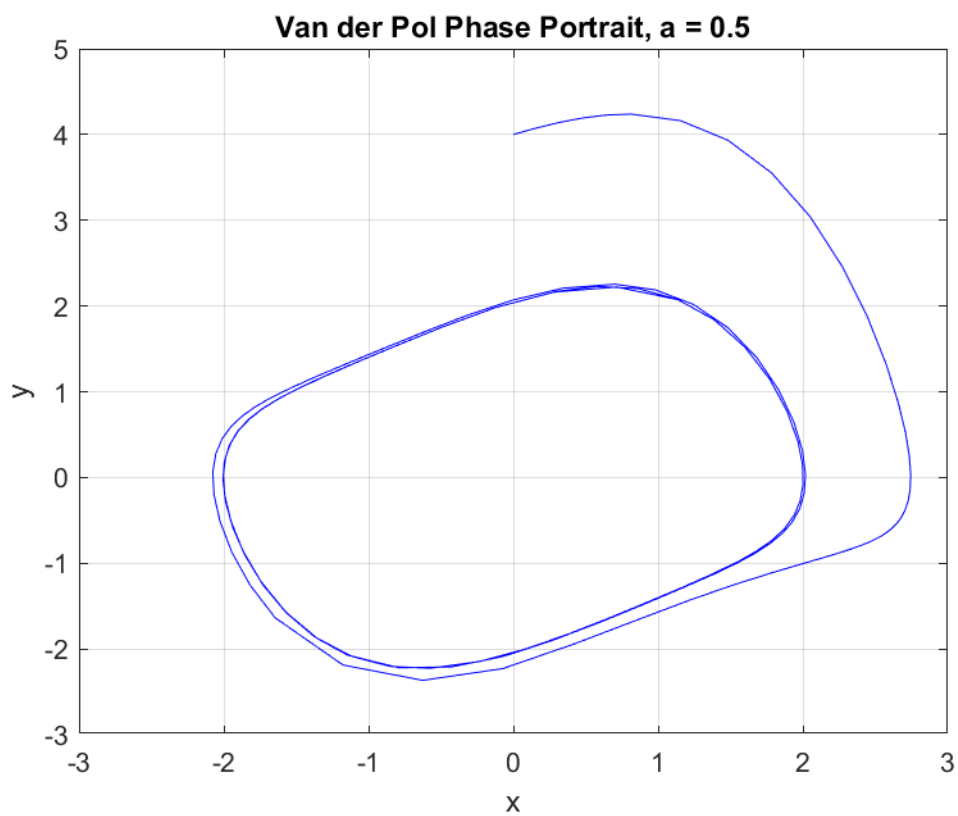


Рисунок 5 - Фазовый портрет системы при $a = 0.5$

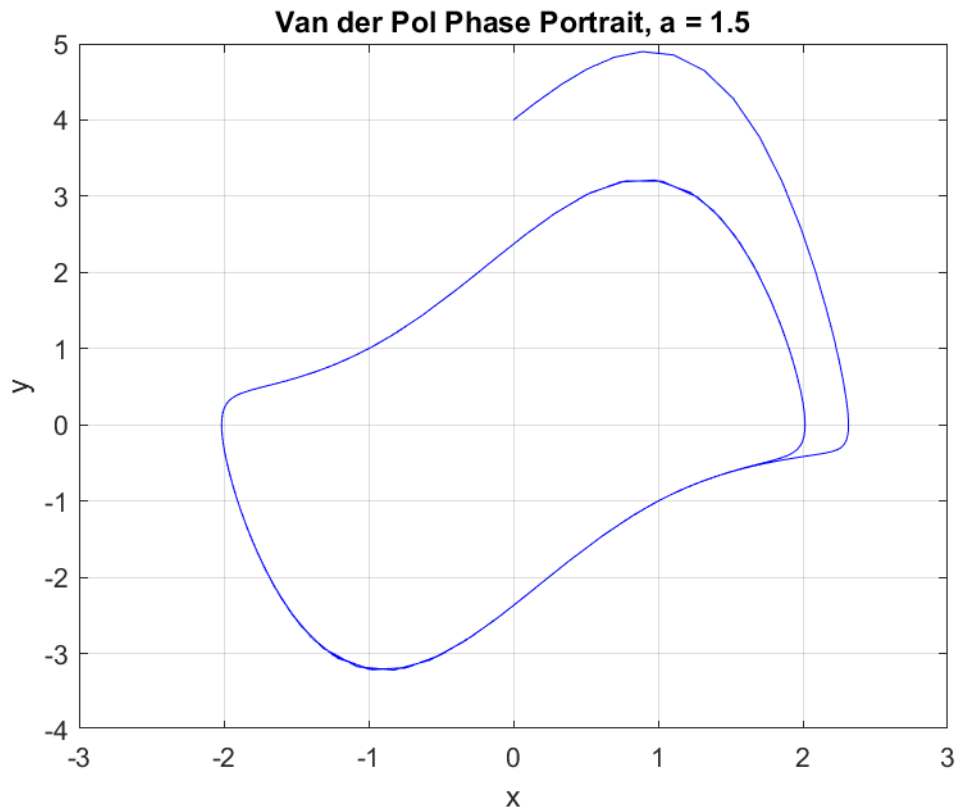


Рисунок 6 - Фазовый портрет системы при $a = 1.5$

Рисунки 4-6 подтверждают сказанное ранее. На рисунке 4 можно увидеть фокус с большим диаметром, согласно новым начальным условиям. На рисунках 5-6 можно увидеть устойчивый предельный цикл, который притягивает к себе траектории движения системы.

На следующих трех рисунках можно увидеть фазовые портреты системы с параметром $a = 0, 0.5$ и 1.5 соответственно, при наличии внешнего воздействия. Видно, что гармоническое внешнее воздействие не изменяет исходного аттрактора, а лишь добавляет системе колебательное движение.

Фазовые портреты при внешнем воздействии $U = 5\sin(5t)$:

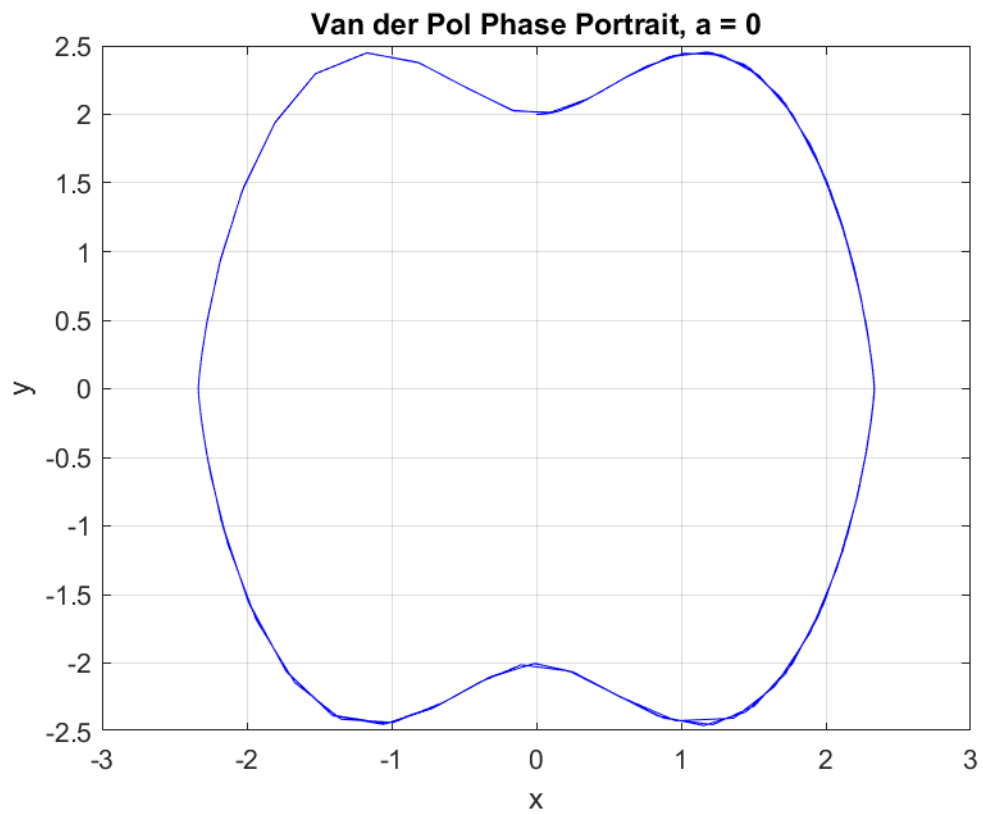


Рисунок 7 - Фазовый портрет системы при $a = 0$

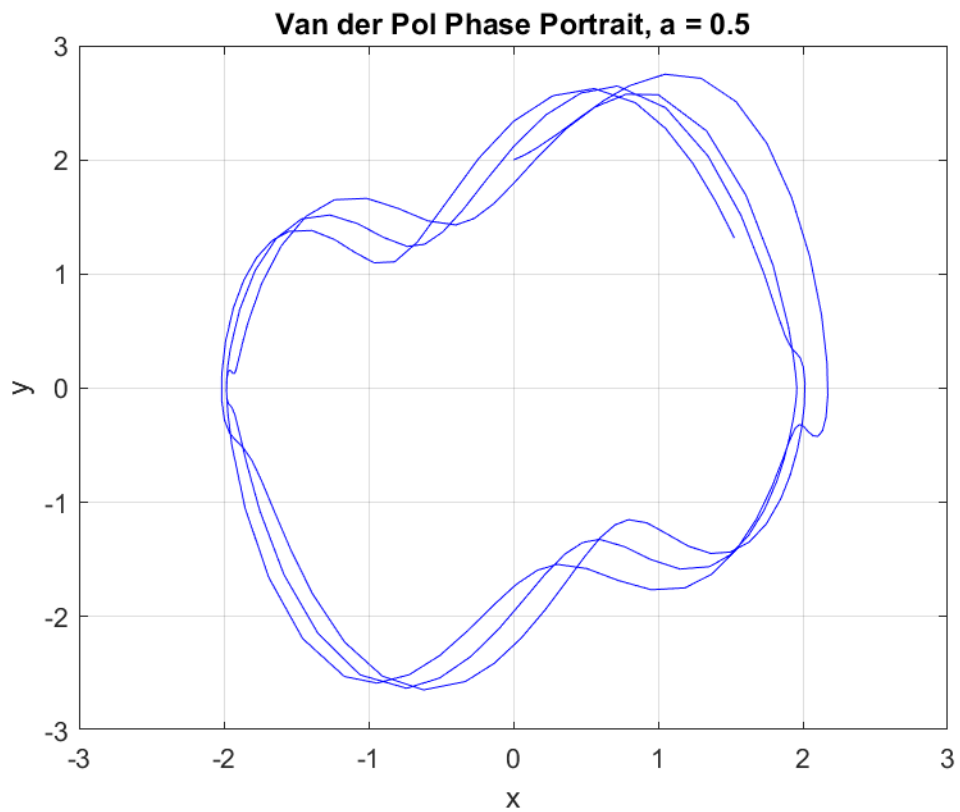


Рисунок 8 - Фазовый портрет системы при $a = 0.5$

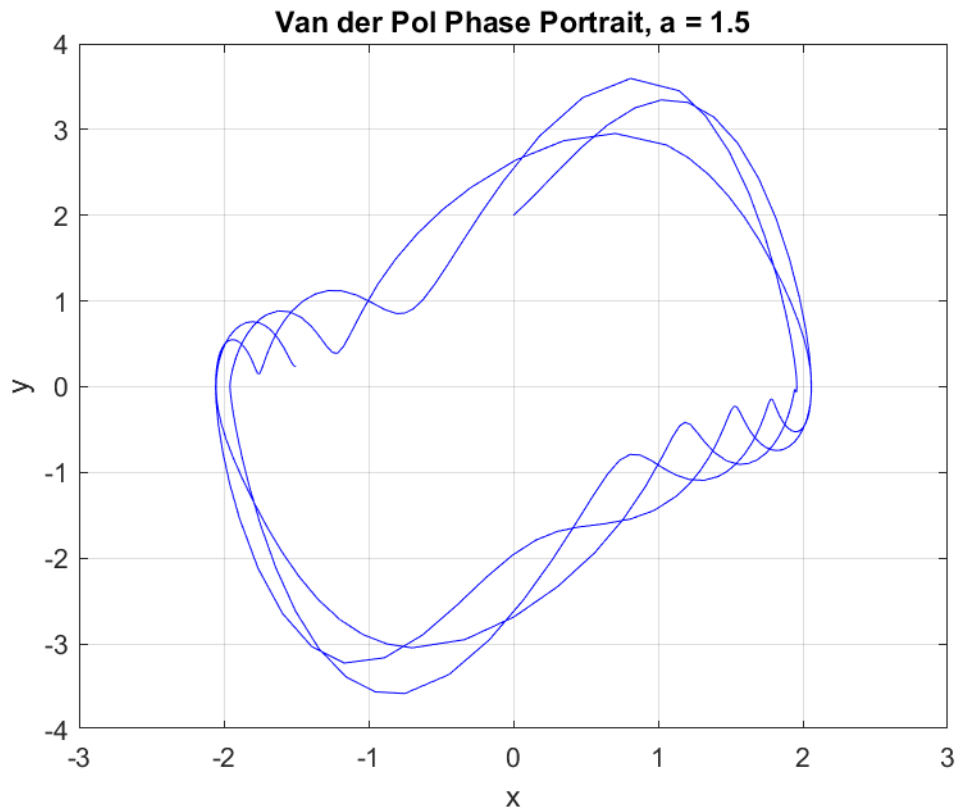


Рисунок 9 - Фазовый портрет системы при $a = 1.5$

Вывод

В ходе выполнения данной лабораторной работы был исследован осциллятор Ван дер Поля, а именно влияние параметра, начальных условий и наличия внешних возмущений на вид фазового портрета системы.

Была написана функция, возвращающая значения производных системы для использования ее в качестве аргумента функции `ode45`, а также программа для вывода графиков при различных параметрах.