

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Институт компьютерных наук и кибербезопасности
Высшая школа программной инженерии

ОТЧЁТ

«Объектно-Оrientированное Моделирование в AnyDynamics»

по дисциплине «Основы объектно-ориентированного
моделирования»

Выполнила
студентка гр. 5140904/30202

Ли Ицзя

Руководитель

Сениченков Ю. Б.

Санкт-Петербург
2024

1 Описание решаемой задачи

Задание 4: Построить библиотеку классов, с помощью которой можно одновременно рисовать фазовые портреты систем и этих же систем, записанных в векторно-матричной форме. Абстрактный класс должен содержать все нужные параметры. Родительский класс должен работать с уравнениями в скалярной форме. Класс-наследник – с уравнениями в матричной форме. Отдельный класс должен искать неподвижные точки.

$$x_{n+1} = \frac{x_n(a - x_n - y_n)}{3}$$
$$y_{n+1} = \frac{y_n(by_n - x_n)}{3}$$
$$a = \{5.0, 5.1\},$$
$$b = \{3.0, 3.1\};$$

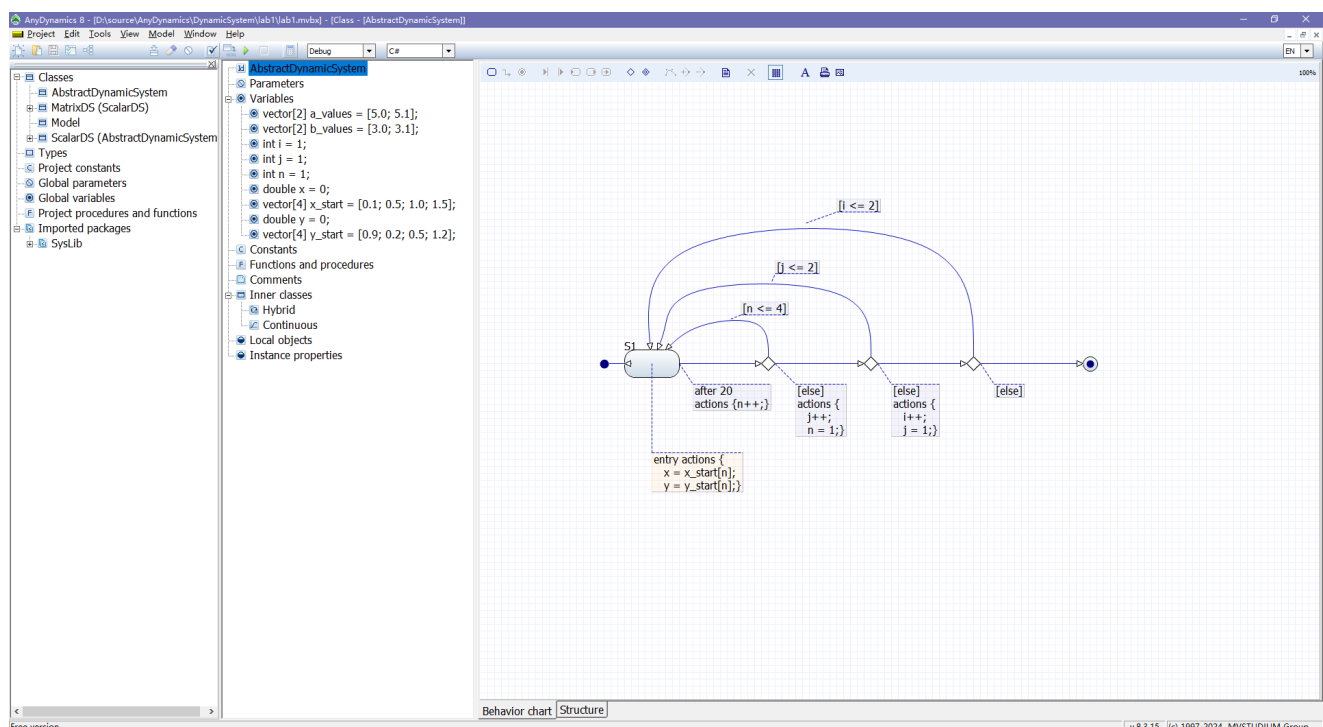
2 Реализация модели в среде AnyDynamics

Нам необходимо реализовать следующие части согласно требованиям темы:

1. Абстрактный класс (AbstractDynamicSystem)
2. Родительский класс (ScalarDS)
3. Класс-наследник (MatrixDS)

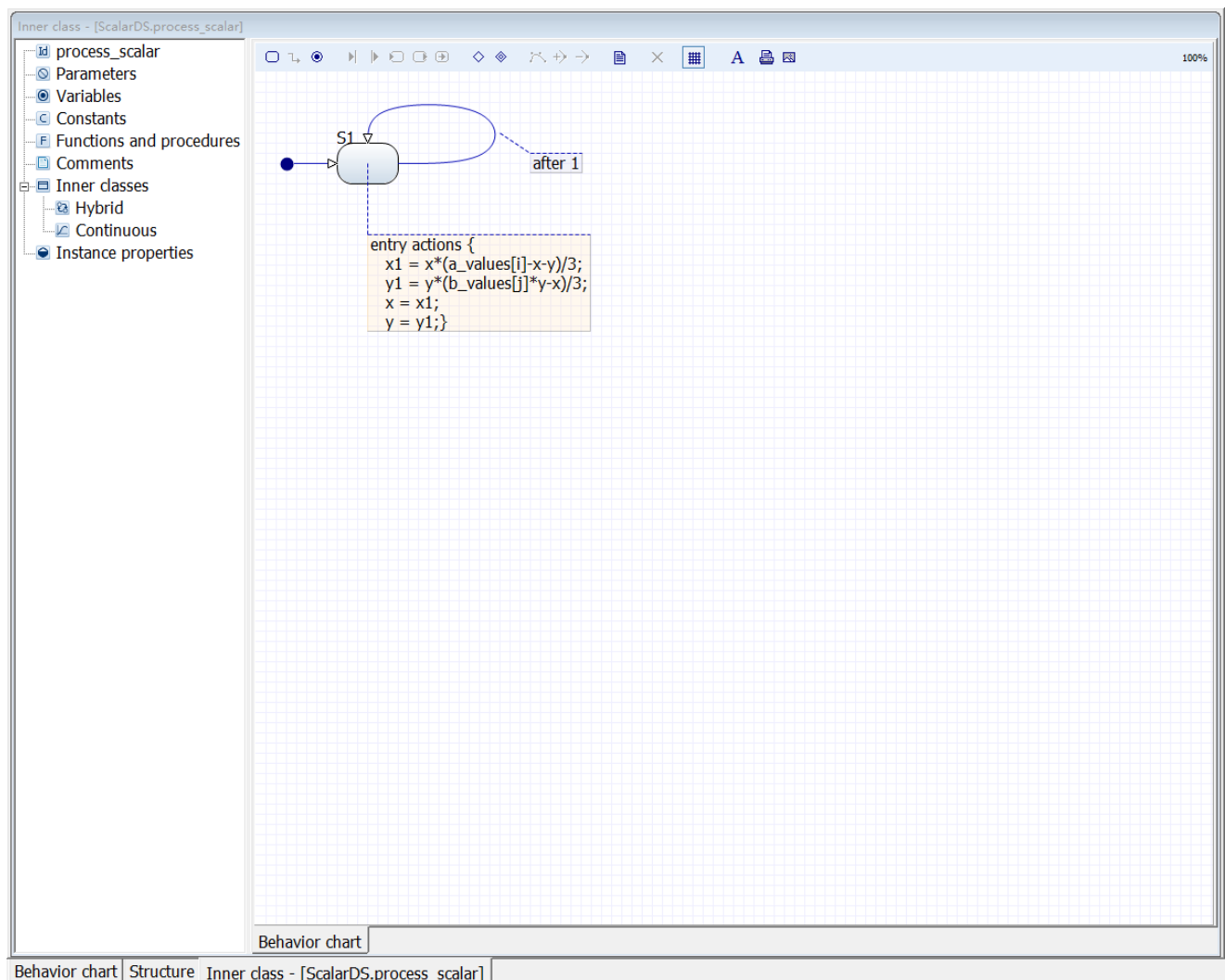
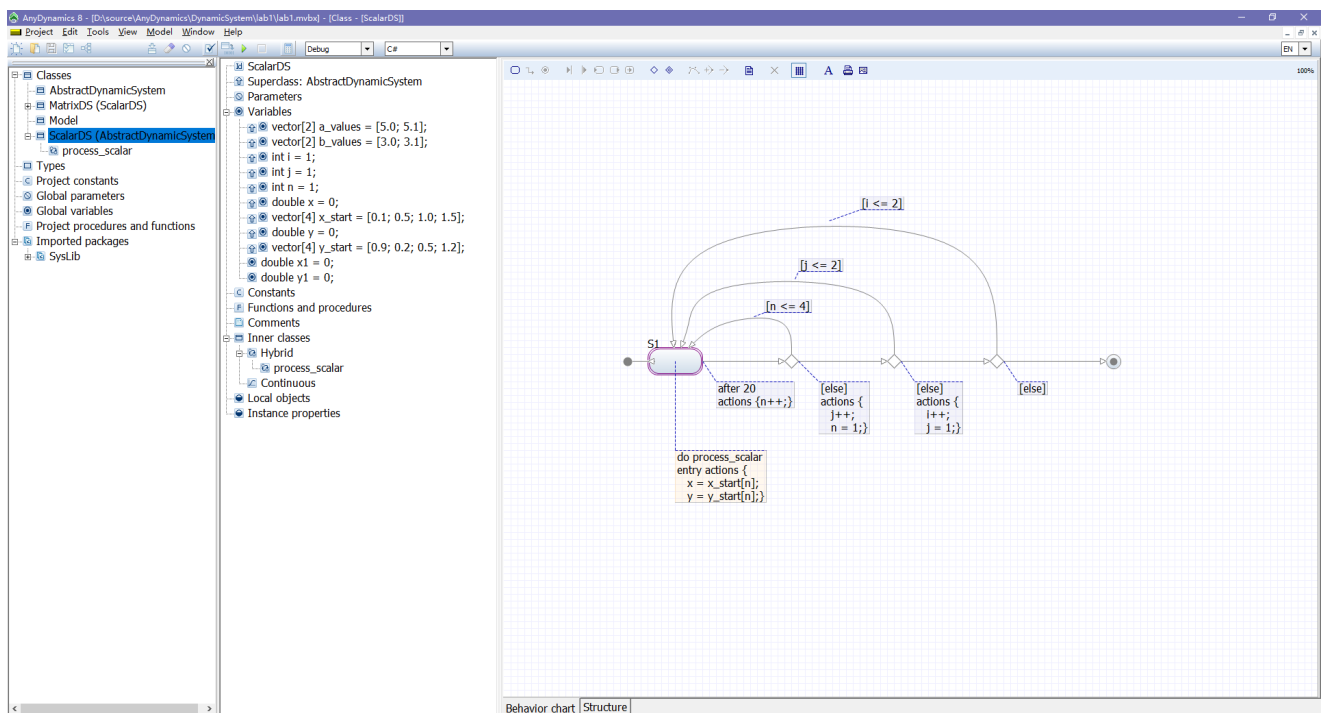
2.1 Абстрактный класс

Этот абстрактный класс определяет базовый набор свойств и методов для построения фазовых графиков и системного анализа.



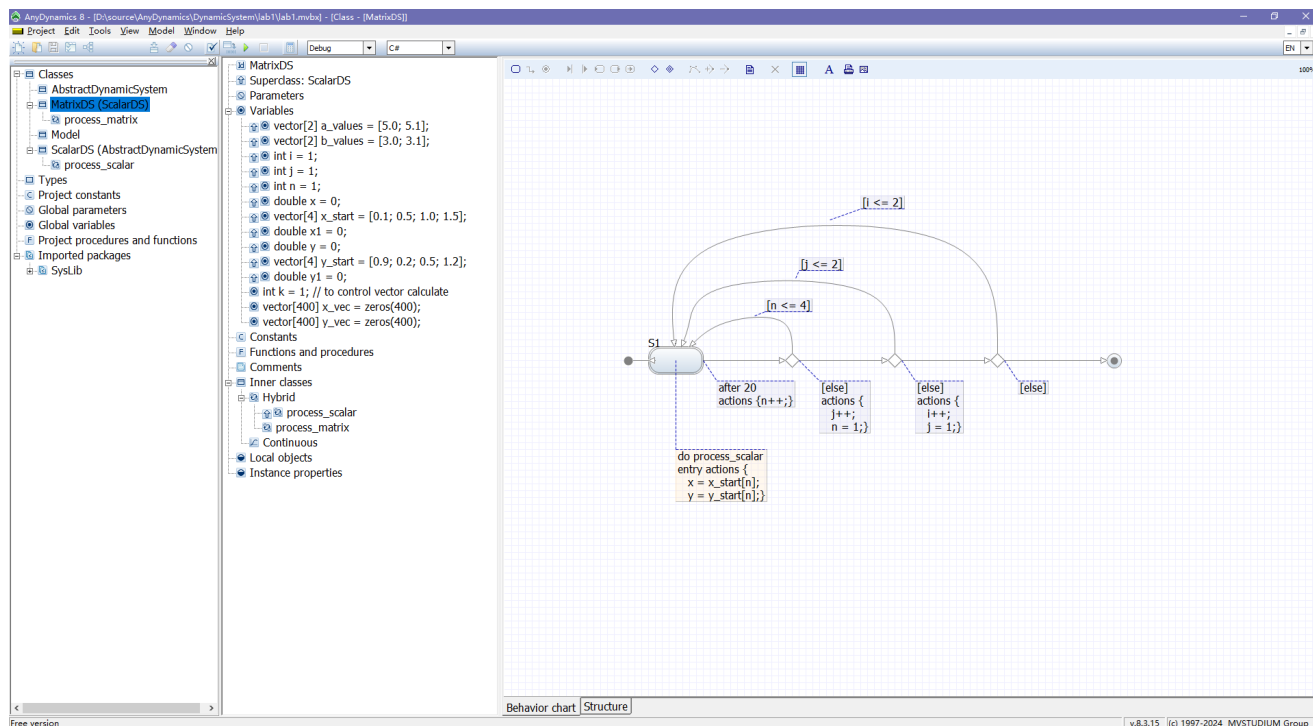
2.2 Родительский класс (ScalarDS)

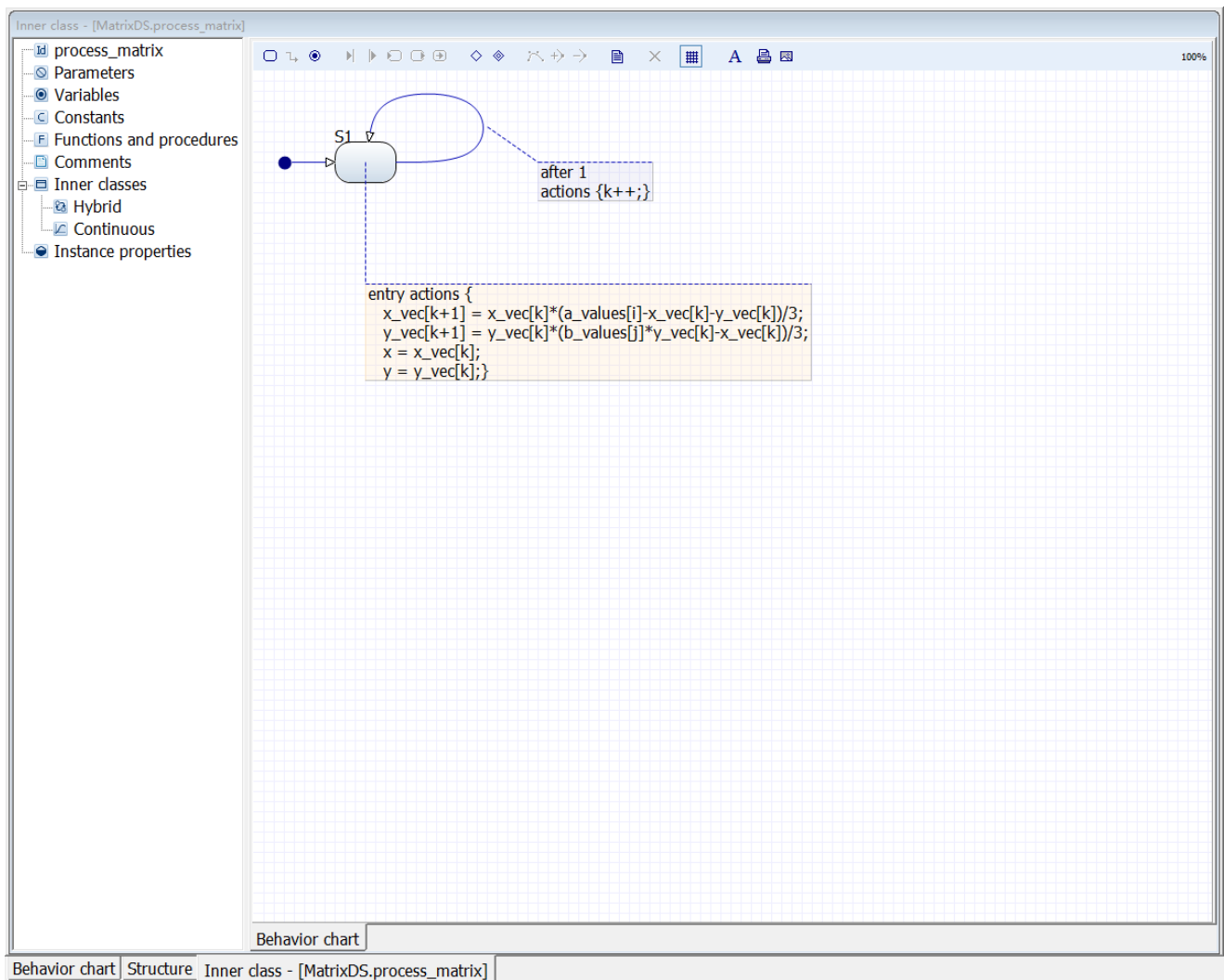
Родительский класс, реализующий уравнения в скалярной форме.



2.3 Класс-наследник (MatrixDS)

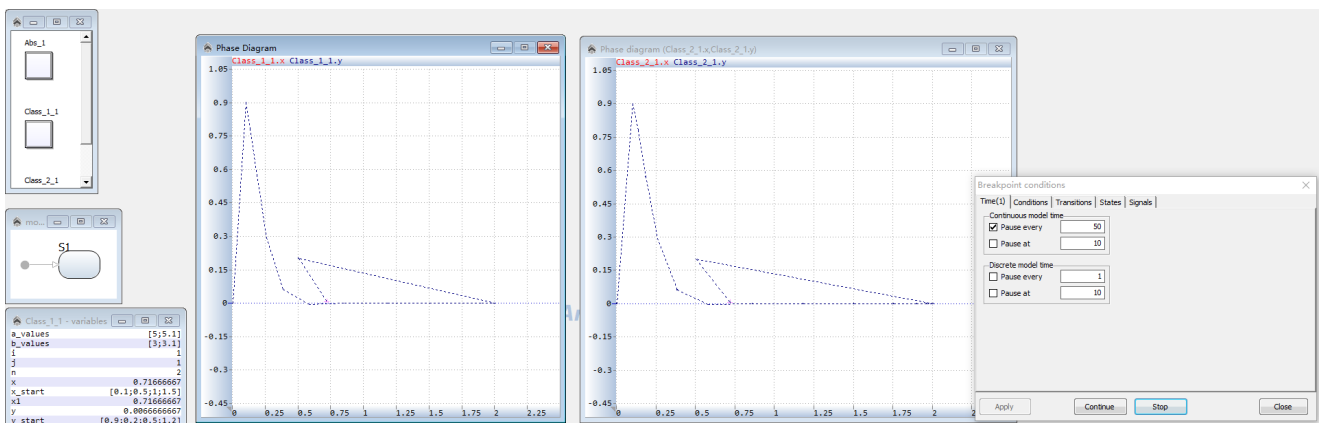
Реализуйте подкласс (MatrixDS), унаследованный от родительского класса ScalarDS: этот подкласс специализируется на обработке уравнений в матричной форме (векторно-матричной форме). Это означает, что по сравнению с родительским классом он может обрабатывать более сложные математические модели, особенно те системы, которые требуют матричных и векторных вычислений. Подклассы должны расширять функциональность родительского класса для поддержки анализа уравнений в матричной форме.

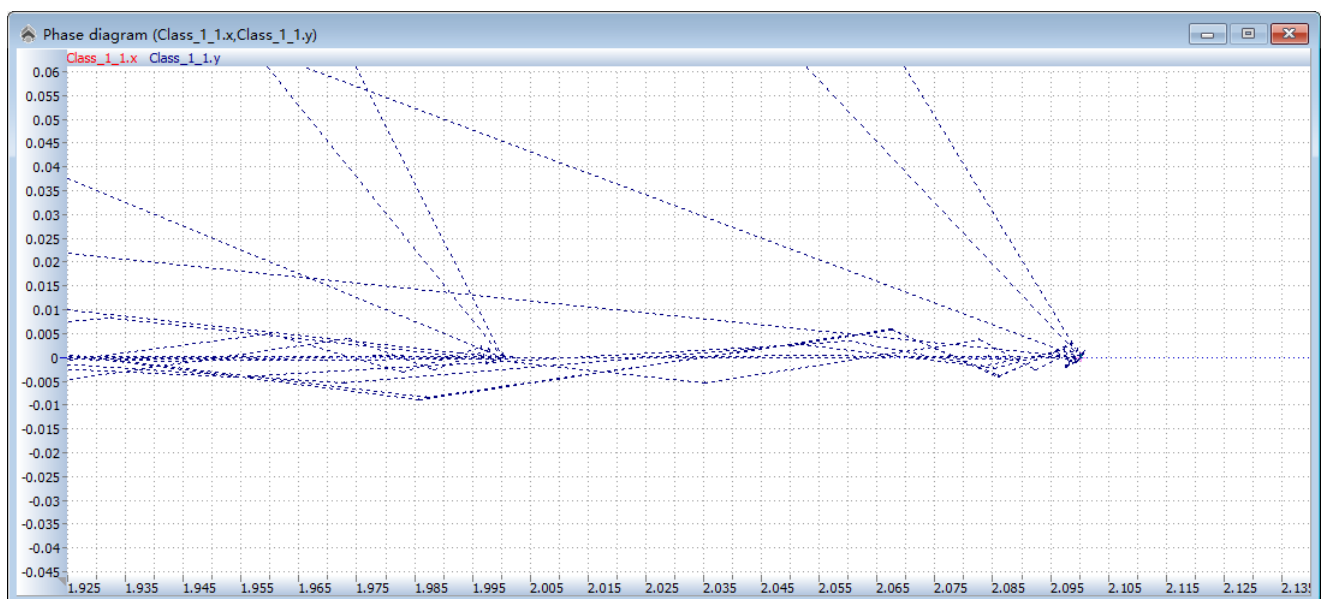
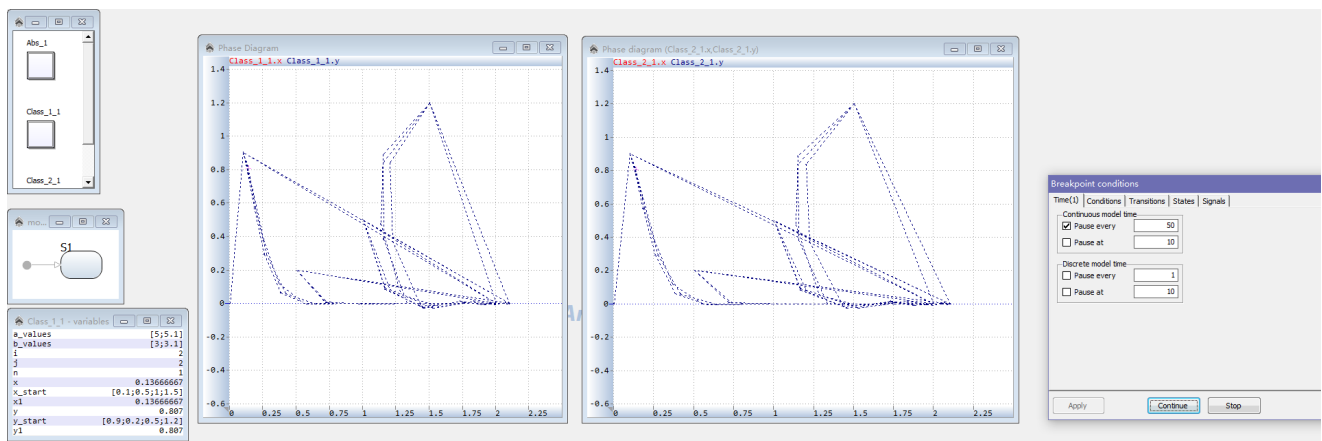
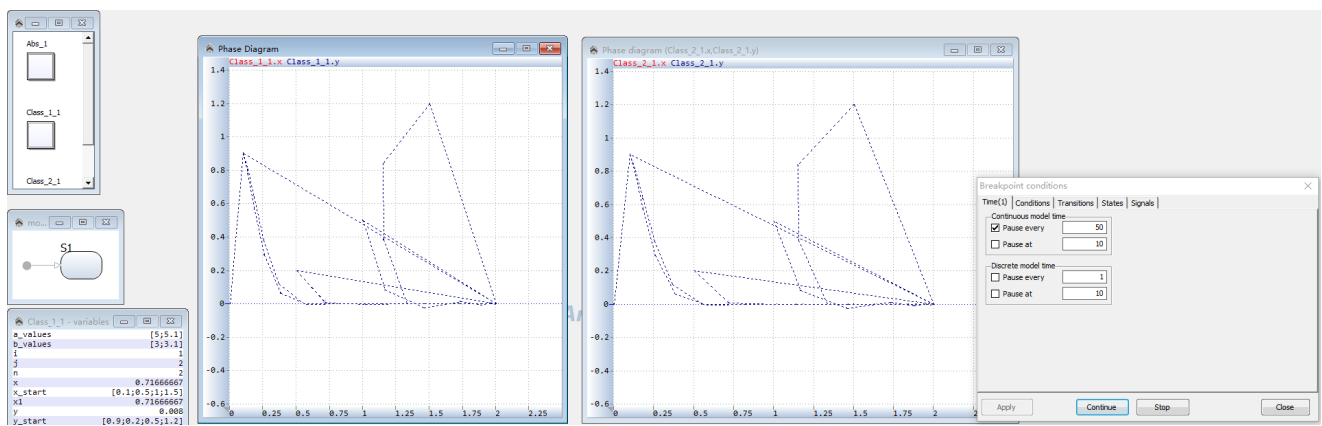




3 Анализ результата

3.1 Фазовые портреты





Из анализа заданных точек траектории мы знаем, что при каждом наборе параметров и начальном состоянии траектория системы со временем приближается к определенному значению, и эти конкретные значения могут быть неподвижными точками системы. Фиксированная точка — это точка, в которой состояние больше не меняется во время последовательных итераций, а именно $x_{n+1} = x_n$ и $y_{n+1} = y_n$.

Для каждого заданного начального состояния мы наблюдаем, что траектория постепенно стабилизируется и стремится к определенной точке. В случае $a = 5,0$ траектория со временем приближается к точке $(2, 0)$. В случае $a = 5,1$ траектория со временем приближается к точке $(2.1, 0)$.

a	b	Приблизительная точка
5.0	3.0	(2.00000011, 1.85622657e-07)
5.0	3.1	(1.99998634, -2.04587005e-05)
5.1	3.0	(2.10001208, 1.72693965e-05)
5.1	3.1	(2.09997589, -3.44286818e-05)

3.2 Анализ неподвижных точек

Неподвижные точки — это точки, удовлетворяющие условиям $x_{n+1} = x_n$ и $y_{n+1} = y_n$, что означает, что система больше не будет меняться после достижения этих точек.

Из данного уравнения мы можем проанализировать фиксированную точку, установив $x_{n+1} = x_n = x$ и $y_{n+1} = y_n = y$, чтобы получить:

$$x = \frac{x(a - x - y)}{3}$$

$$y = \frac{y(by - x)}{3}$$

Рассматривая случай неподвижных точки y , мы можем обнаружить, что если $y = 0$, то второе уравнение может быть удовлетворено (обратите внимание, что если $b \neq 0$, то $y = 0$ является решением). Затем, подставив $y = 0$ в первое уравнение, мы можем найти (x). Первое уравнение упрощается до:

$$x = \frac{x(a - x)}{3}$$

Чтобы это уравнение выполнялось, помимо $x = 0$, x также может быть таким значением, что $a - x = 3$, то есть $x = a - 3$.

для (a = 5.0) Когда $a = 5.0$, решением является $x = 5.0 - 3 = 2$, поэтому фиксированной точкой является (2, 0).

для (a = 5.1) Когда $a = 5.1$, решением является $x = 5.1 - 3 = 2.1$, поэтому фиксированной точкой является (2.1, 0).

Следовательно, разные значения a приводят к разным точкам устойчивого состояния системы. Такие тонкие изменения параметров приводят к изменениям в динамическом поведении системы, особенно в положении фиксированной точки динамической системы, подчеркивая чувствительную зависимость динамической системы от параметров.

4 Заключение

В ходе выполнения данного задания была разработана и успешно реализована библиотека классов для построения фазовых портретов динамических систем, включая обработку систем, описываемых как в скалярной, так и в векторно-матричной форме. Разработка библиотеки осуществлялась согласно заданию, включающему в себя создание абстрактного класса, родительского класса для работы с уравнениями в скалярной форме и класса-наследника для работы с уравнениями в векторно-матричной форме.

Развитие проекта в среде AnyDynamics демонстрирует значимость и преимущества объектно-ориентированного подхода в моделировании и анализе сложных динамических систем. Реализация представленных классов и методов позволяет глубже анализировать системы, предоставляя инструменты для построения фазовых портретов и нахождения неподвижных точек, что является ключевым аспектом при исследовании поведения динамических систем.