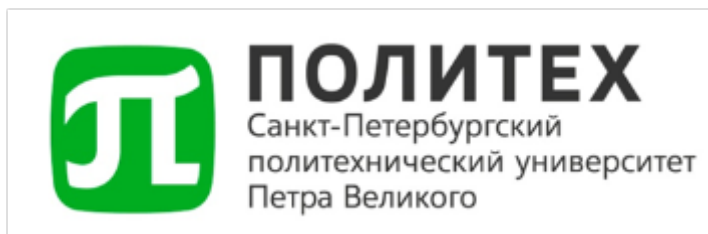


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО»

Институт компьютерных наук и технологий

Высшая школа программной инженерии



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

Построение фазовых портретов для матрицы в MvStudium

по дисциплине «Математическое моделирование»

Студент
гр. 3530202/90202

А. М. Потапова

Руководитель
Ст. преподаватель

Ю.Б. Сениченков

Санкт-Петербург
2022 г

Задание 25–48. Дискретные отображения

Нелинейные динамические системы на плоскости. Дискретные. Линеаризация в окрестности особых точек. Устойчивость. Найти неподвижные точки, линеаризовать систему в их окрестности и построить фазовые портреты исходной и линеаризованной системы в окрестности неподвижной точки в любом математическом пакете и в среде AnyDynamics. Построить глобальный фазовый портрет.

37

$$\begin{cases} x_{n+1} = -y_n + 2x_n z_n \\ y_{n+1} = z_n \\ z_{n+1} = -x_n - 2y_n z_n + 4x_n z_n^2 \end{cases}$$

Решение

WolframAlpha

Поиск особых точек:

$x = -y + 2x^2z$, $y = z$, $z = -x - 2yz + 4xz^2$

NATURAL LANGUAGE MATH INPUT EXTENDED KEYBOARD EXAMPLES UPLOAD RANDOM

Input

$$\{x = -y + 2xz, y = z, z = -x - 2yz + 4xz^2\}$$

Solution

$$2x - 1 \neq 0, \quad y = \frac{x}{2x - 1}, \quad z = \frac{x}{2x - 1}$$

Integer solutions

$$x = 0, \quad y = 0, \quad z = 0$$

$$x = 1, \quad y = 1, \quad z = 1$$

Упростим уравнение:

$x = -z + 2xz, z = -x - 2zz + 4xz^2$

NATURAL LANGUAGE

MATH INPUT

EXTENDED KEYBOARD

EXAMPLES

UPLOAD

RANDOM

Input

$$\{x = -z + 2xz, z = -x - 2zz + 4xz^2\}$$

Solution

$$2x - 1 \neq 0, \quad z = \frac{x}{2x - 1}$$

Integer solutions

$$x = 0, \quad z = 0$$

$$x = 1, \quad z = 1$$

Download Page

POWERED BY THE WOLFRAM LANGUAGE

Матрица Якоби:

jacobian of $(-z+2xz, -x-2z^2z+4xz^2)$

NATURAL LANGUAGE

MATH INPUT

EXTENDED KEYBOARD

EXAMPLES

UPLOAD

RANDOM

Input interpretation

Jacobian determinant

$$\begin{pmatrix} -z+2xz \\ -x-2z^2z+4xz^2 \end{pmatrix}$$

with respect to

(x, z)

Result

$$(2x-1)(4z^2+1)$$

Jacobian matrix

$$\begin{pmatrix} 2z & 2x-1 \\ 4z^2-1 & 8xz-4z \end{pmatrix}$$

Для окрестности первой неподвижной точки $(0,0)$:

$\{(2z, -1 + 2x), \{-1 + 4z^2, -4z + 8xz\}\}$ where $x=0, z=0$

NATURAL LANGUAGE
 MATH INPUT

EXTENDED KEYBOARD
 EXAMPLES
 UPLOAD
 RANDOM

Input interpretation

$$\begin{pmatrix} 2z & -1 + 2x \\ -1 + 4z^2 & -4z + 8xz \end{pmatrix} \text{ where } x = 0, z = 0$$

Result [✔ Step-by-step solution](#)

$$\begin{pmatrix} 0 & -1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}$$

Characteristic polynomial [✔ Step-by-step solution](#)

$$\lambda^2 - 1$$

[Characteristic polynomial »](#)

Eigenvalues [✔ Step-by-step solution](#)

$$\lambda_1 = -1$$

$$\lambda_2 = 1$$

λ_1 – устойчивая

λ_2 – неустойчивая

Для окрестности второй неподвижной точки (1,1):

$\{\{2z, -1 + 2x\}, \{-1 + 4z^2, -4z + 8xz\}\}$ where $x=1, z=1$

NATURAL LANGUAGE MATH INPUT EXTENDED KEYBOARD EXAMPLES UPLOAD RANDOM

Input interpretation

$$\begin{pmatrix} 2z & -1+2x \\ -1+4z^2 & -4z+8xz \end{pmatrix} \text{where } x = 1, z = 1$$

Result

Step-by-step solution

$$\begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}$$

Characteristic polynomial

Step-by-step solution

$$\lambda^2 - 6\lambda + 5$$

[Characteristic polynomial »](#)

Eigenvalues

Step-by-step solution

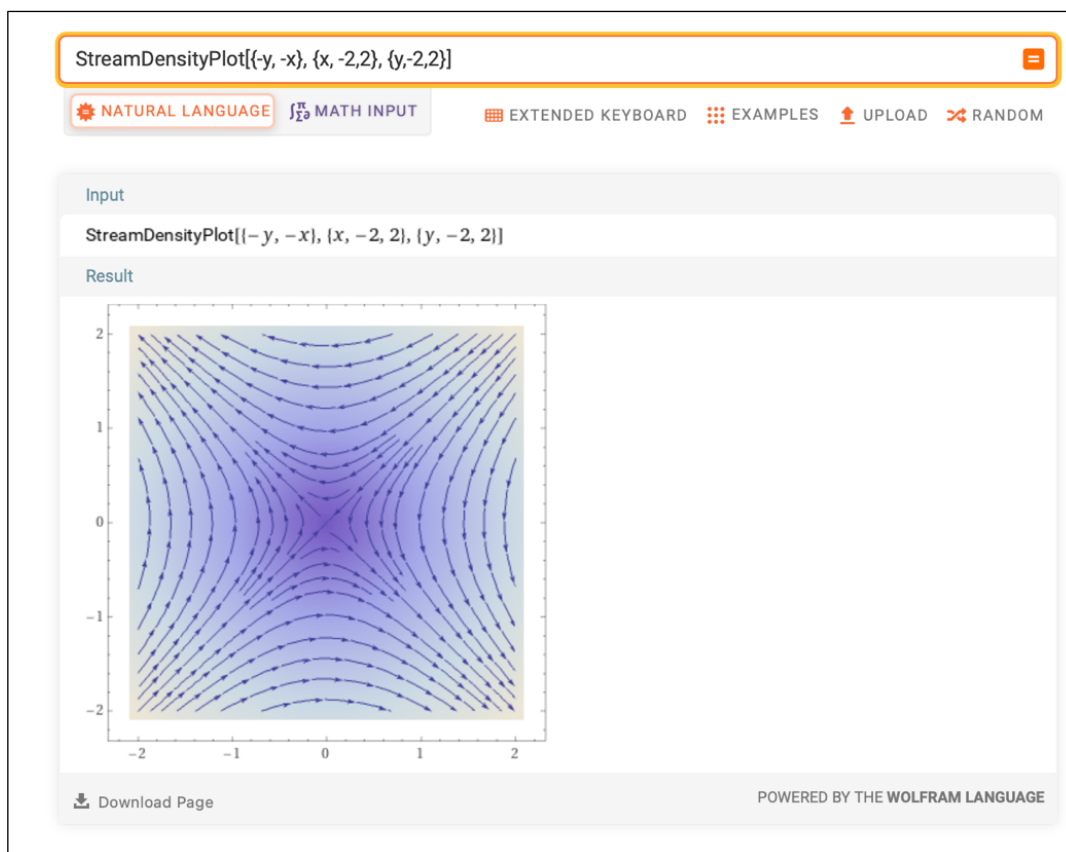
$$\lambda_1 = 5$$

$$\lambda_2 = 1$$

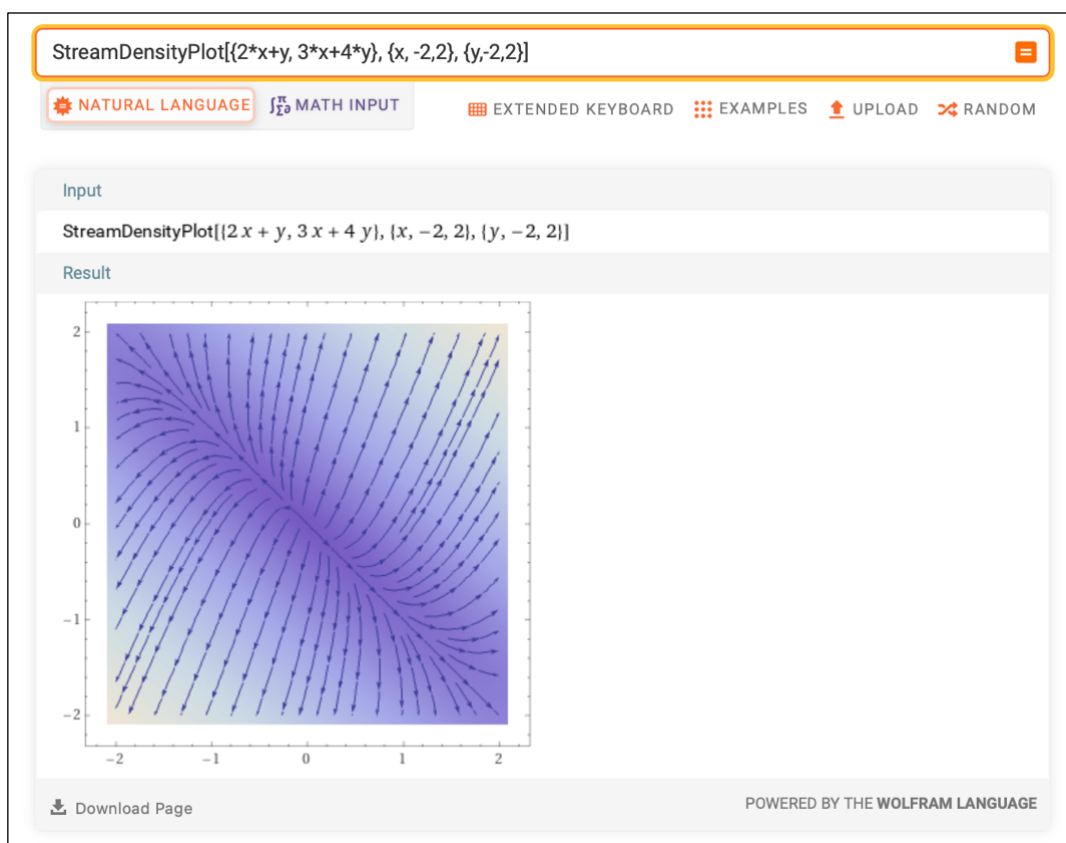
λ_1 – неустойчивая

λ_2 – неустойчивая

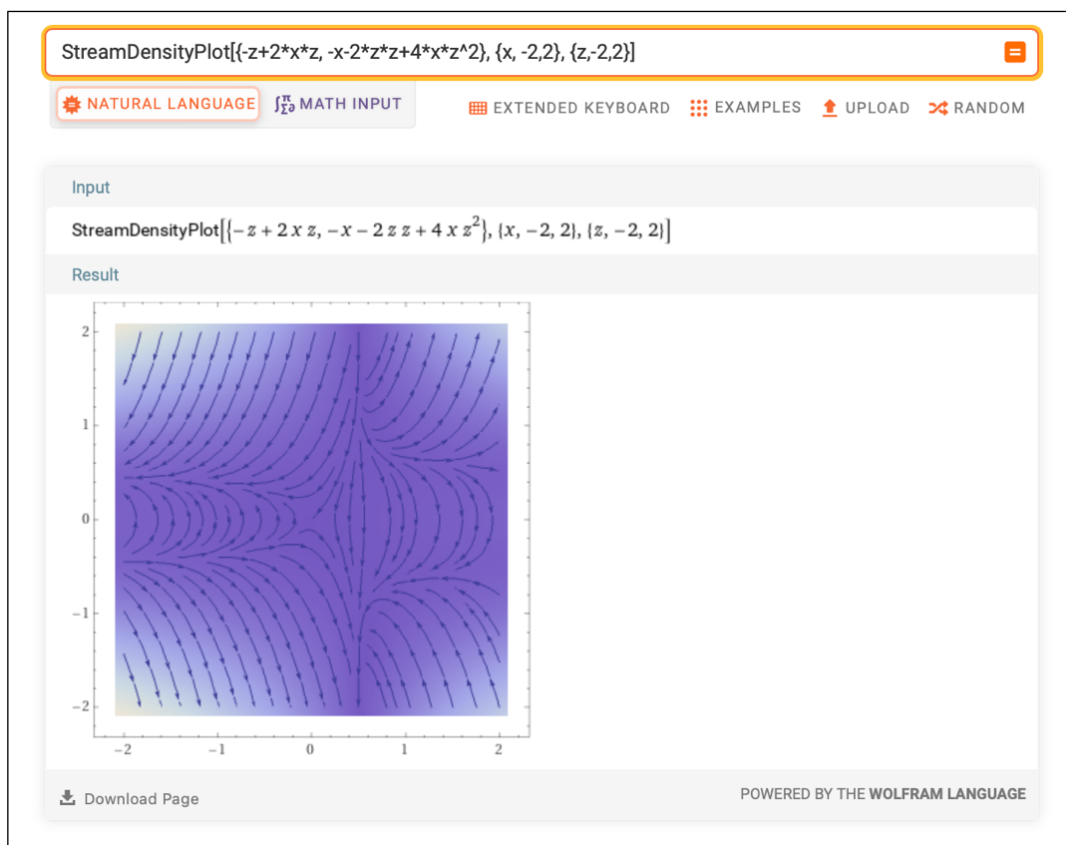
Локальный фазовый портрет 1 (седло):



Локальный фазовый портрет 2 (неустойчивый узел):

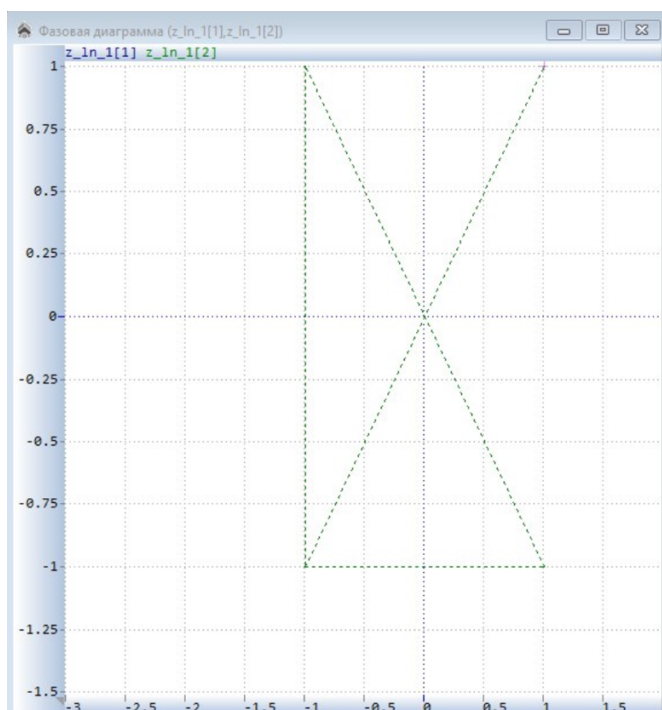


Глобальный фазовый портрет:



AnyDynamics

Локальный фазовый портрет в окрестности первой точки (0,0):



Локальный фазовый портрет в окрестности первой точки (1,1):



Глобальный фазовый портрет:

