

Project 6.29. Chemical reactions

В цьому проекті наведено набір хімічних реакцій, для яких має місце подвоєння періоду – прояв хаосу. Визначимо наступні реакції:



В цьому проекті наведено набір хімічних реакцій, для яких має місце подвоєння періоду – прояв хаосу. Визначимо наступні реакції:

$$\frac{dA}{dt} = k_1P + k_2PC - k_3A - k_4AB^2 \quad (2a)$$

$$\frac{dB}{dt} = k_3A + k_4AB^2 - k_5B \quad (2б)$$

$$\frac{dC}{dt} = k_4B - k_5C \quad (2в)$$

Ми припускаємо, що P являє собою постійне поповнення із зовнішніх джерел. Ми також припускаємо, що всі хімічні компоненти рівномірно перемішані, тому немає жодної просторової залежності. Рівняння (1) може бути записане в безрозмірній формі:

$$\frac{dX}{dt} = c_1 + c_2Z - X - XY^2 \quad (3a)$$

$$c_3 \frac{dY}{dt} = X + XY^2 - Y \quad (3б)$$

$$c_4 \frac{dZ}{dt} = Y - Z \quad (3в)$$

де c_i є константами, $\tau = k_3 t$ і X , Y , і Z пропорційні A , B , і C , відповідно.

- а. Написати програму вирішення пов'язаних диференціальних рівнянь (3). Використовуйте алгоритм Рунге-Кутта четвертого порядку з адаптивним розміром кроку. Покажіть графік $\ln Y$ в залежності від часу τ .
- б. Набір $c_1 = 10$, $c_3 = 0.005$ і $c_4 = 0.02$. Постійна c_2 параметр управління. Розглядайте $c_2 = 0.10$ до 0.16 з кроком 0.005 . Що таке період $\ln Y$ для кожного значення c_2 ?
- в. Визначте значення c_2 , при якому період подвоюється, для стількох подвоєнь періоду, скільки можна визначити. Обчислити константу δ , і порівняти її значення до значення δ для логістичного відображення.
- г. Зробіть біфуркаційну діаграму за допомогою значень $\ln Y$ з графіку Пуанкаре на $X = Z$ та побудуйте їх в залежності параметра управління c_2 . Чи бачите ви послідовність подвоєнь періоду?
- д. Використовуйте тривимірні графіки для побудови траєкторії (3) з $\ln X$, $\ln Y$ та $\ln Z$ в якості трьох осей. Опишіть аттрактори у деяких з розглянутих випадків в частині (а).

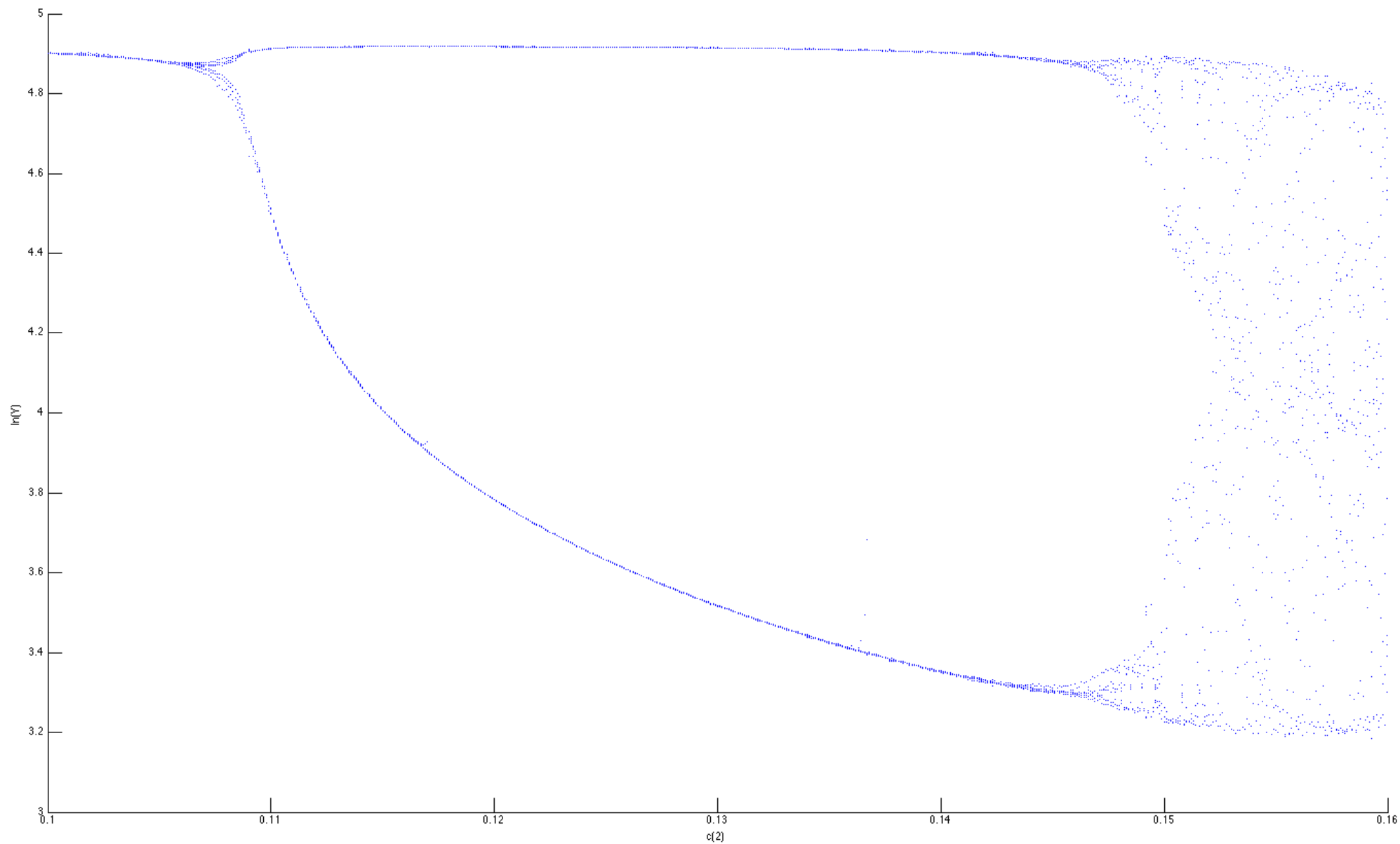


Рис 1.1 — Залежність від c_2

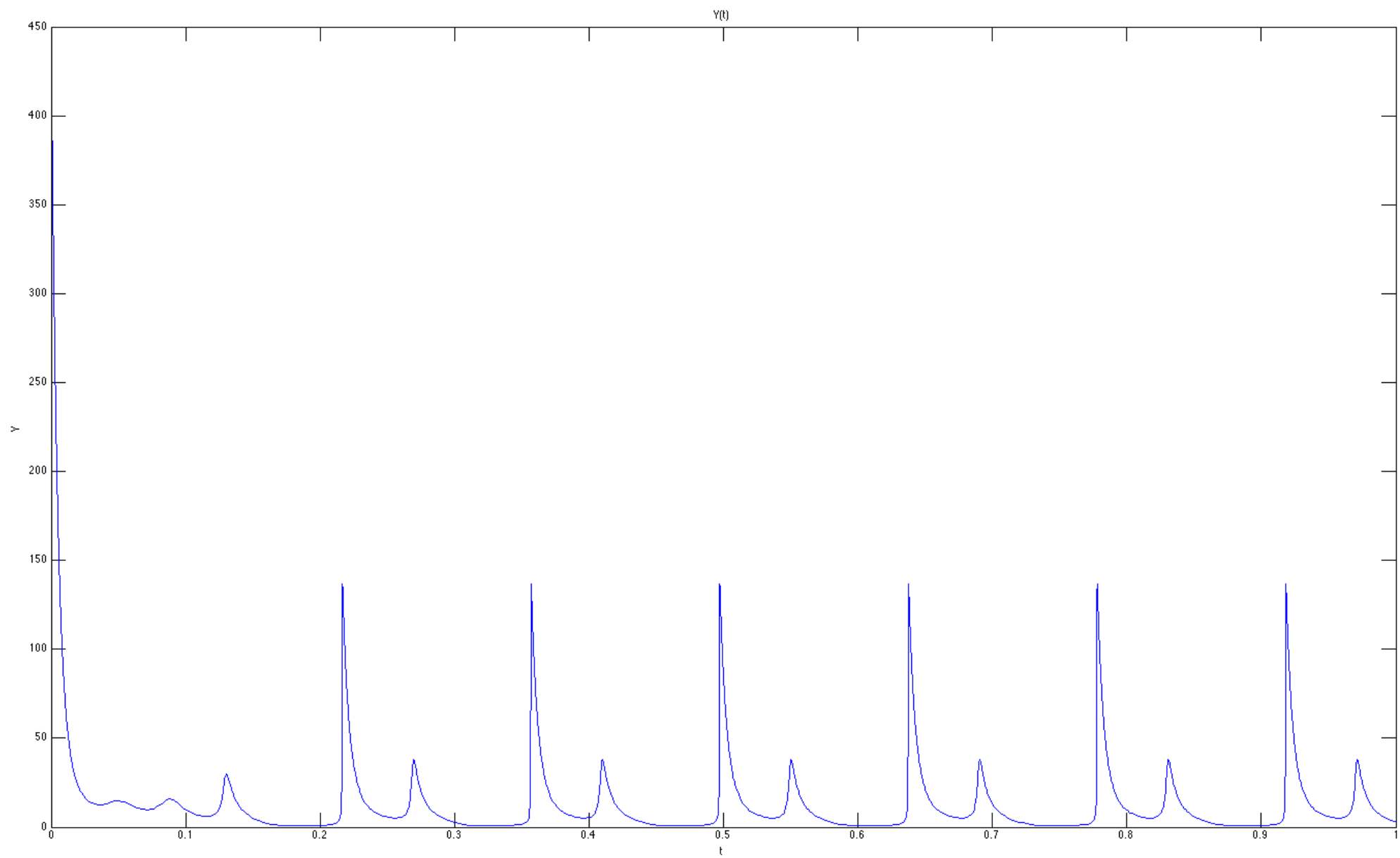


Рис 1.2 — Залежність $Y(t)$

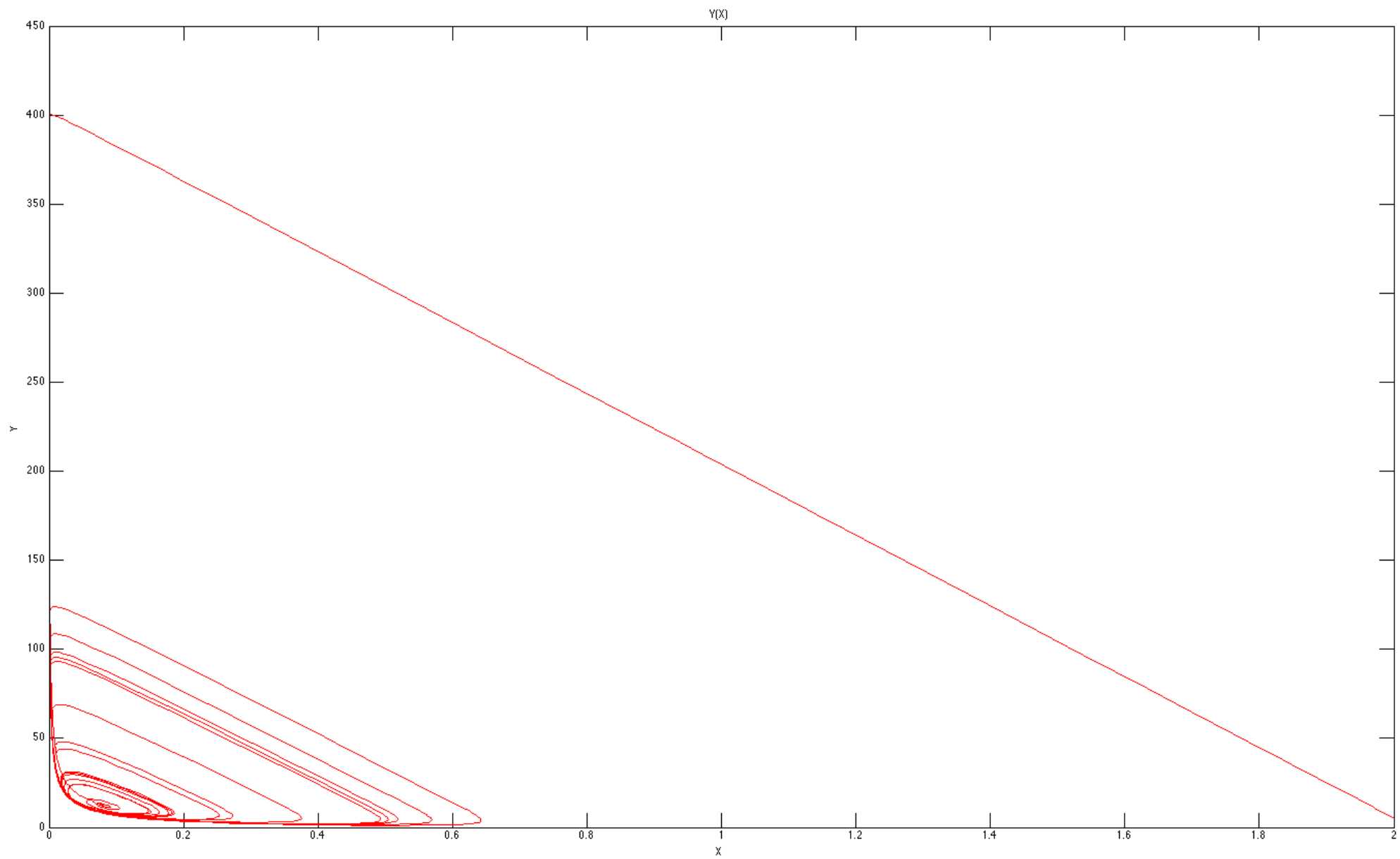


Рис 1.3 — Залежність $Y(X)$

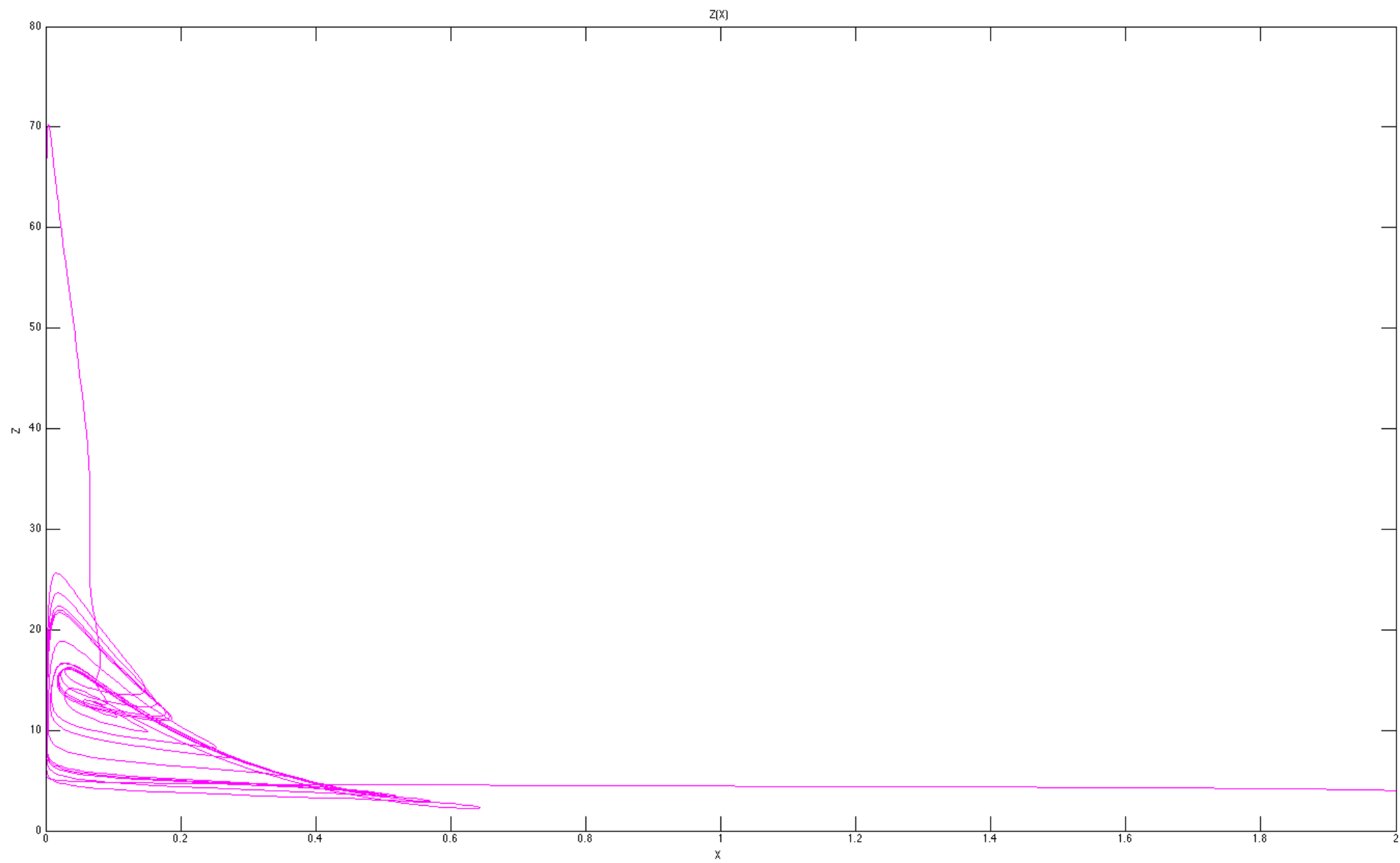


Рис 1.4 — Залежність $Z(X)$

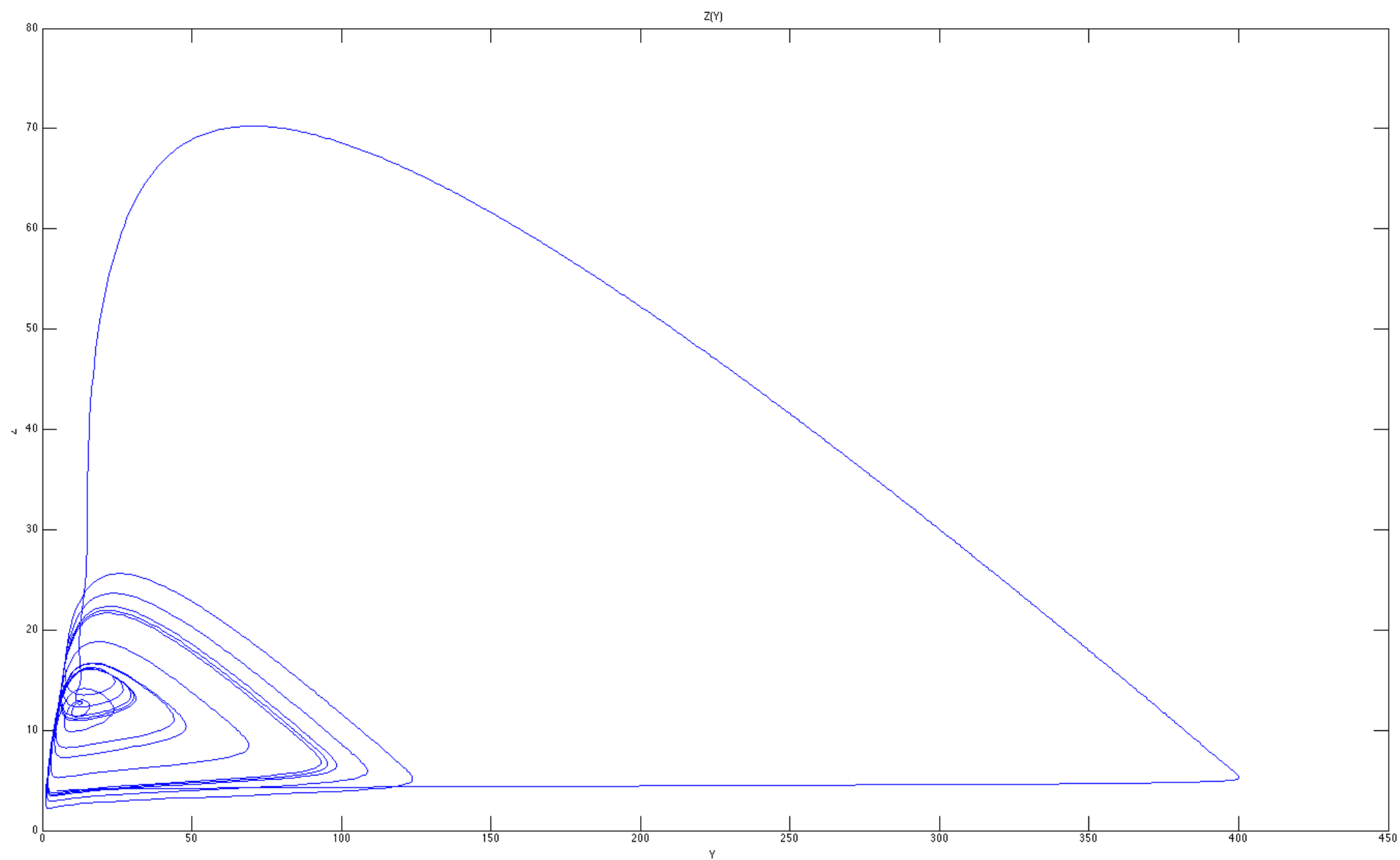


Рис 1.5 — Залежність $Z(Y)$

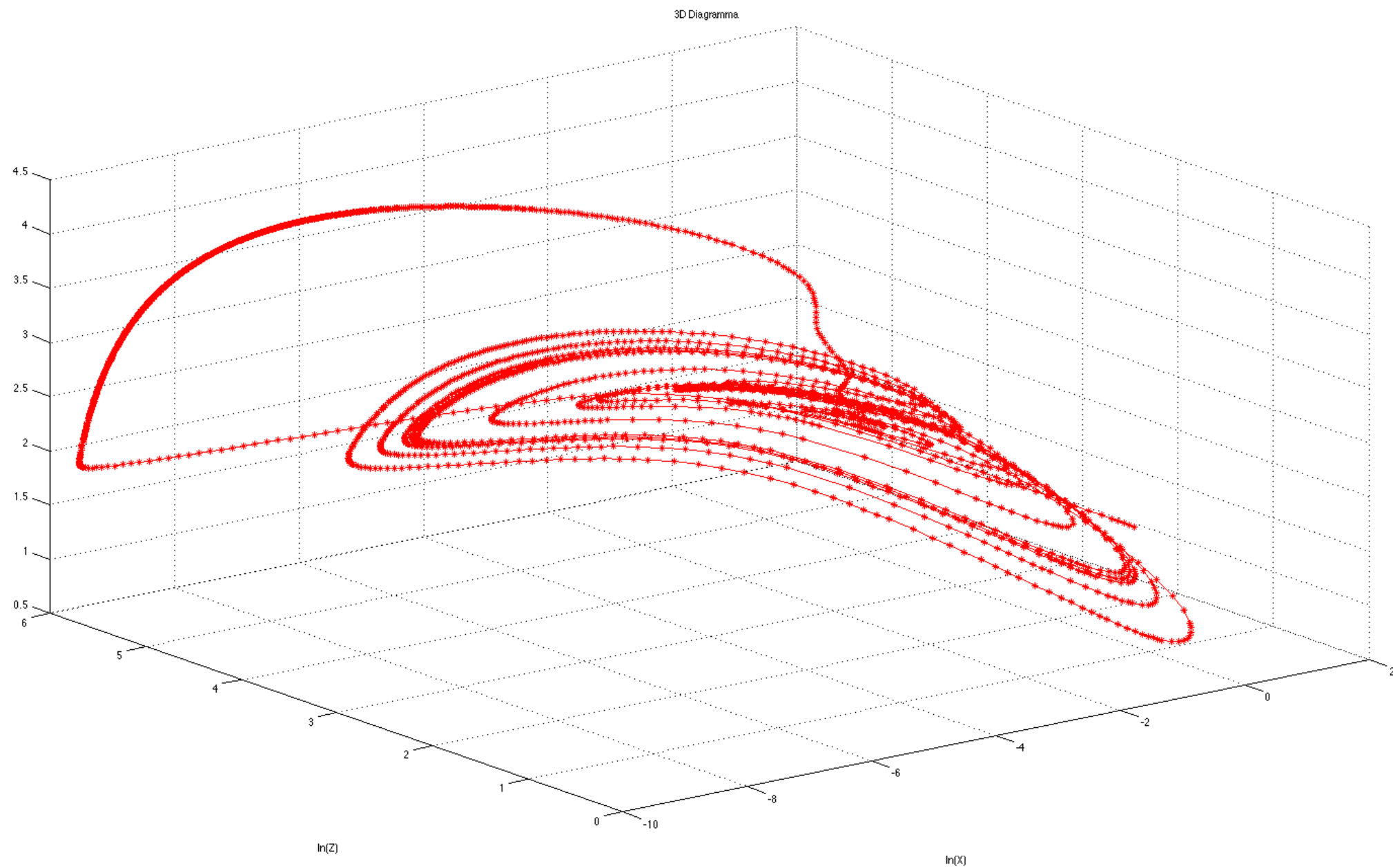


Рис 1.6 — Тривимірний графік