

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАМКНУТИХ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ЯВИЩА КАПІЦІ



Гамов Олексій Андрійович, учень 10 класу Харківського навчально-виховного комплексу № 45 «Академічна гімназія» Харківської міської ради Харківської області

Мазанов Максим Володимирович, аспірант першого курсу фізичного факультету Університету ІТМО

Іврій Ілля Леонідович, вчитель фізики Харківського навчально-виховного комплексу № 45 «Академічна гімназія», спеціаліст вищої категорії, вчитель – методист, «Відмінник освіти України»

Мета нашої роботи - дослідити властивості замкнутих та квазі замкнутих динамічних систем на основі явища Капіці.

Об'єктом дослідження роботи є комбінований осцилятор Капіці.

Предметом дослідження у роботі були теоретичні розрахунки поведінки, систем, та чисельне моделювання їх поведінки.

При роботі ми користувались **методами** аналізу даних, чисельними методами розрахунку поведінки системи, методами теоретичного дослідження.

Поставлене нами **завдання** – це детально дослідити поведінку обраної нами системи, та її варіацій, знайти аналогії між нашою системою, та іншими, що можуть бути схожі на неї за своєю поведінкою.

Актуальність роботи – полягає у отриманні **нових наукових результатів**, достовірність яких забезпечена використанням надійних методів теоретичних досліджень. Також для системи, що розглядається ми можемо знайти багато аналогів у інших галузях фізики, таких як оптомеханіка (світло виступає у ролі пружинного маятника, а пружний резонатор у ролі математичного).

Об'єкт дослідження — **комбінований осцилятор Капіці**. Для нього ми вивели рівняння руху у диференційній формі:

$$x'' = g + \frac{M \theta'^2 L + M(g - x'') \cos[\theta]}{m} \cos[\theta] - \frac{k}{m} x \quad (1) \quad \theta'' = -\frac{g - x''}{L} \sin[\theta] \quad (2)$$

Моделюючи поведінку системи, ми отримали наступні цікаві режими поведінки системи. Відсканувавши код, ви побачите відео, на якому моделюється поведінка системи:

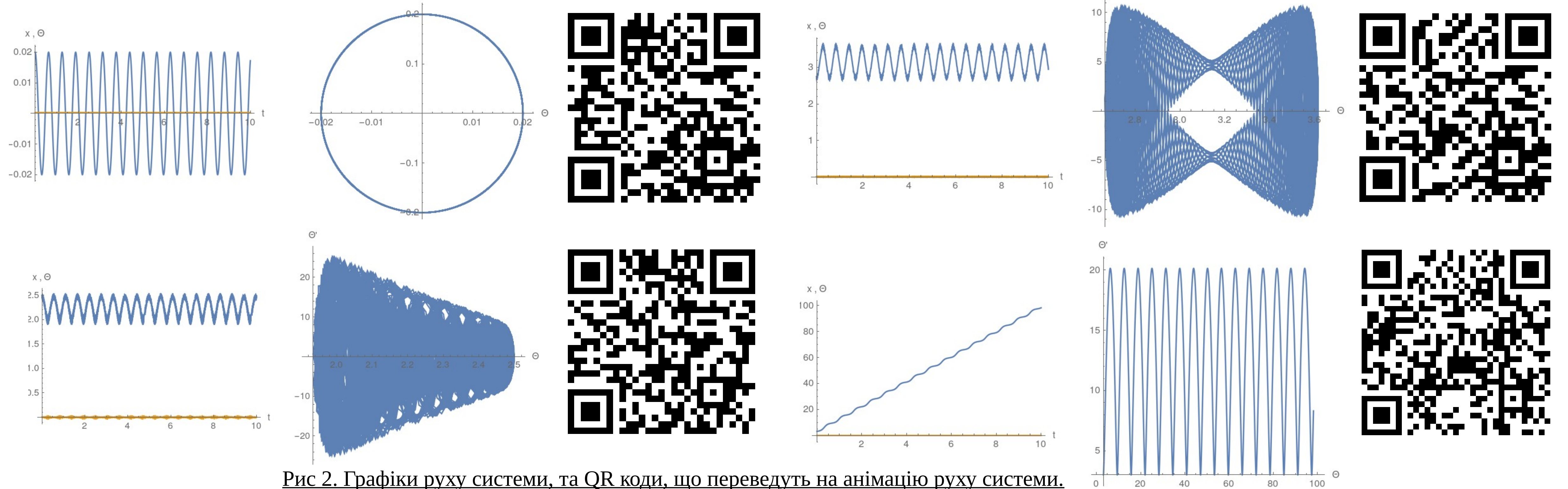


Рис 2. Графіки руху системи, та QR коди, що переведуть на анімацію руху системи.

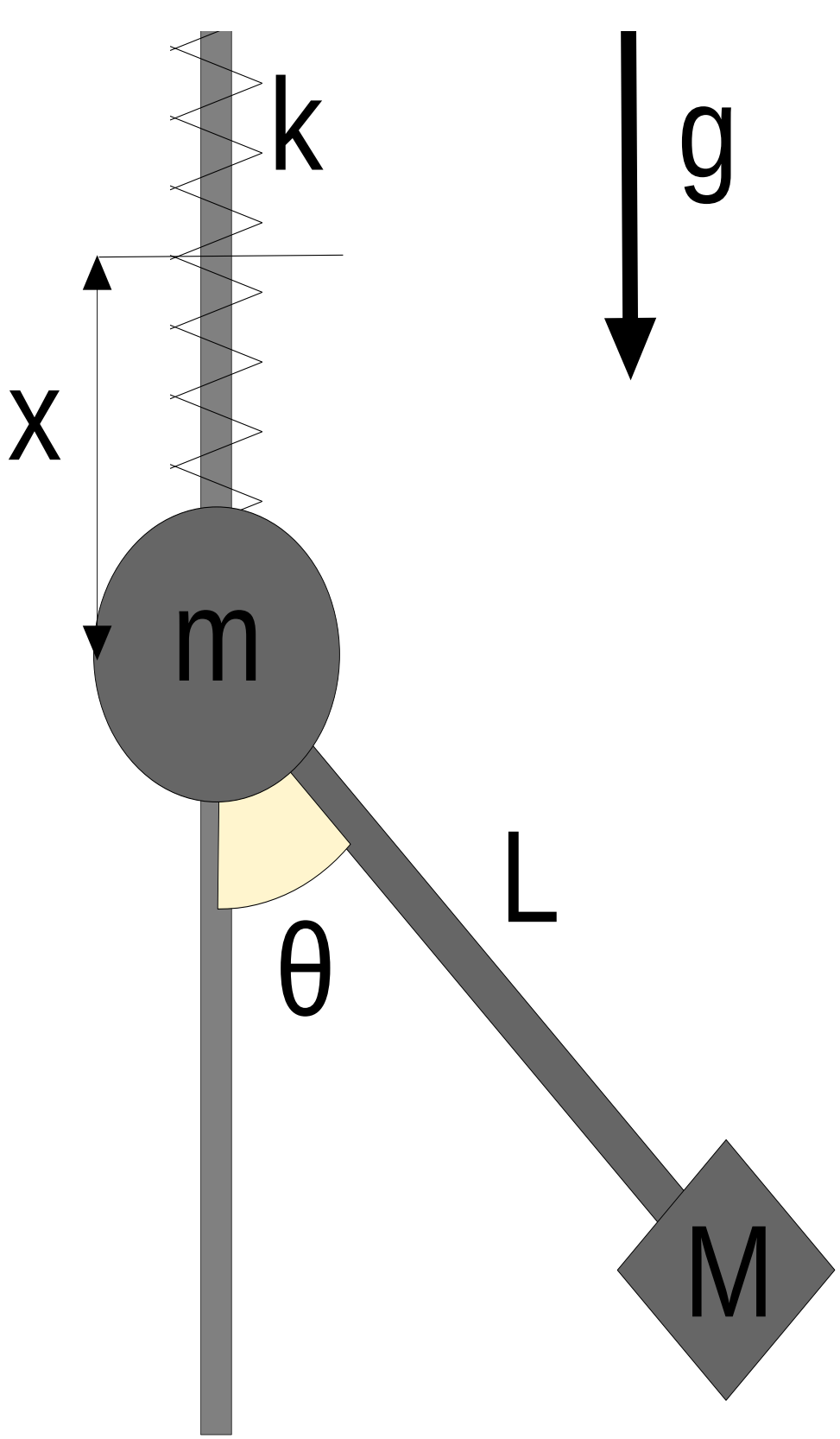


Рис 1. Система, що розглядається.

Для того, щоб порівняти поведінку звичайного маятника Капіці та комбінованого осцилятора, ми можемо побудувати карту середнього відхилення та дисперсії для обох систем:

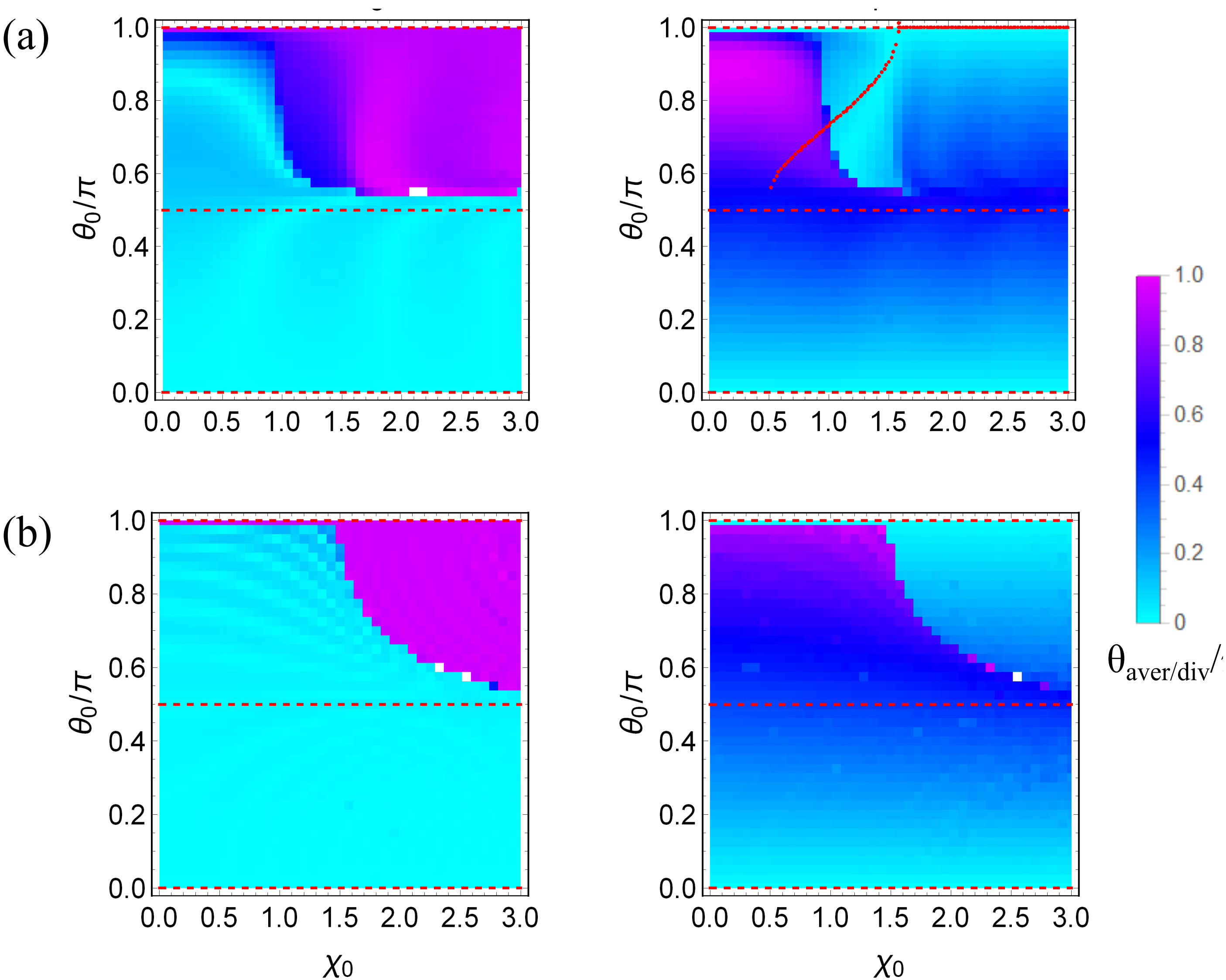


Рис 3. Графіки дисперсії, та середнього значення відхилення математичного маятника.

Для системи, що розглядається, ми не можемо задати статичний ефективний потенціал, але вона приблизно описується лише завдяки динамічному потенціалу, мінімуми якого співпадають з положенням рівноваги.

$$y = \sqrt{\frac{k}{m+M \cos^2[\theta]}} \quad (3) \quad a = \frac{(m+M)g + \sqrt{(m+M)^2 g^2 + 2k(MgL(\cos[\theta] - \cos[\theta_0]) + \frac{kx_0^2}{2} - (m+M)gx_0)}}{k} \quad (4)$$

$$U_{\text{ef}} = mgL(-\cos[\theta] + \frac{a^2 y^2}{4gL}) \quad (5)$$

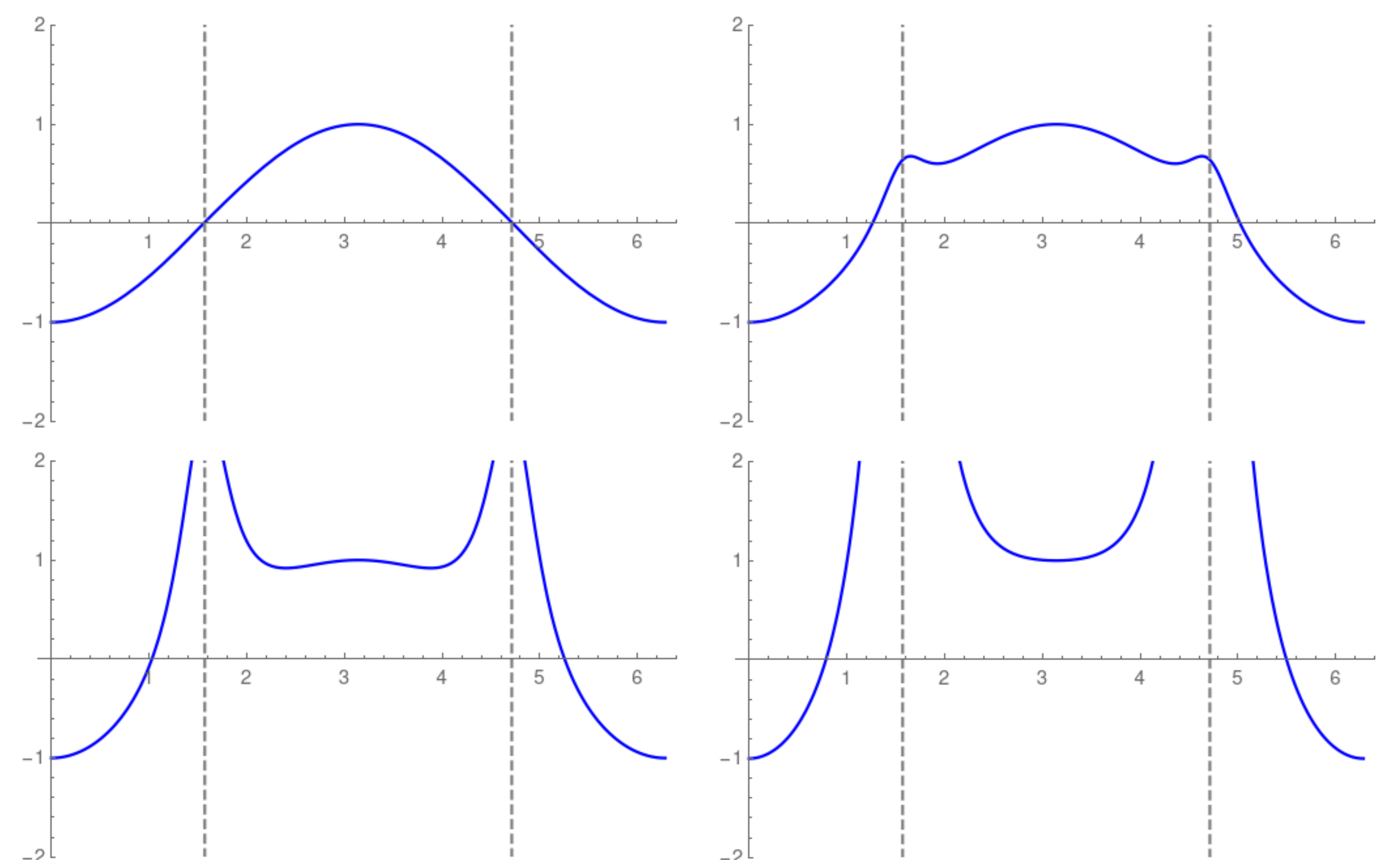


Рис 4. Графіки ефективного динамічного потенціалу для системи при різних початкових умовах.