

Группа: ОЗ143

Студент: Кожин Павел

Преподаватели: Ефремова Екатерина Александровна, Никитченко Андрей Игоревич

Рабочий протокол и отчет по моделированию №2

Маятник Капицы.

1. Цель работы.

Исследовать динамику маятника Капицы, анализировать положения равновесия, резонансные явления, а также изучить взаимосвязь потенциальной и кинетической энергии в системе.

2. Задачи, решаемые при выполнении работы.

1. Моделирование движения маятника Капицы.
2. Построение диаграммы в координатах амплитуды (a) и частоты (f) для определения областей с различными положениями равновесия шарика.
3. Построение координатного фазового портрета осциллятора в окрестности точки, находящейся в области параметрического резонанса.
4. Исследование зависимости потенциальной и кинетической энергии шарика от времени для точки, находящейся вблизи границы области параметрического резонанса.
5. Анализ гармоник, присутствующих в этой зависимости, и их интерпретация.

3. Объект исследования.

Маятник Капицы.

4. Метод экспериментального исследования.

Программная модель на Python.

5. Рабочие формулы и исходные данные.

Уравнение Ньютона в неустойчивом режиме:

$$mL \frac{d^2 \varphi}{dt^2} = mg \sin \varphi + m a \omega^2 \sin \varphi \cos \omega t$$

Дифференциальное Уравнение движения маятника Капицы:

$$\frac{dx}{dt} = -\delta V - \left(\frac{g}{l}\right) \sin(x) + \frac{\gamma \cos(\omega t)}{ml}$$

Кинетическая энергия системы:

$$E_k = \frac{ml^2 v^2}{2}$$

Потенциальная энергия системы:

$$E_p = mlg(1 - \cos x)$$

6. **Набор данных параметров:**

Параметр	Значение
Масса грузика	0.1 кг
Длина стержня	0.2 м
Коэффициент трения	0.1
Амплитуда внешней силы	1.0
Частота внешней силы	2.0

7. **Ссылка на репозиторий с программой на GitHub.**

<https://github.com/oAnthocyane/KapitsaPendulum> (главный файл для запуска – main)

8. **Графики.**

График №1: Фазовый портрет маятника Капицы (Создано в Wolfram Alpha)

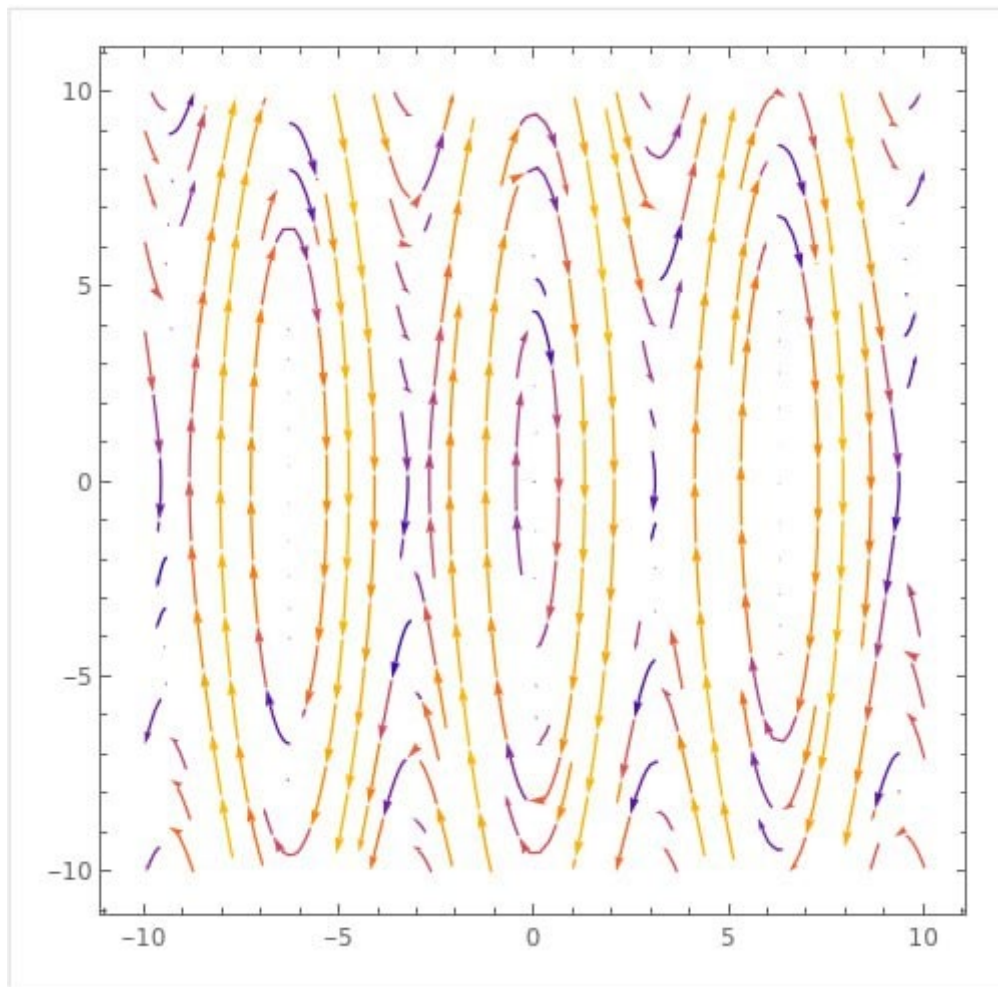


График №2: Зависимость потенциальной и кинетической энергии от времени

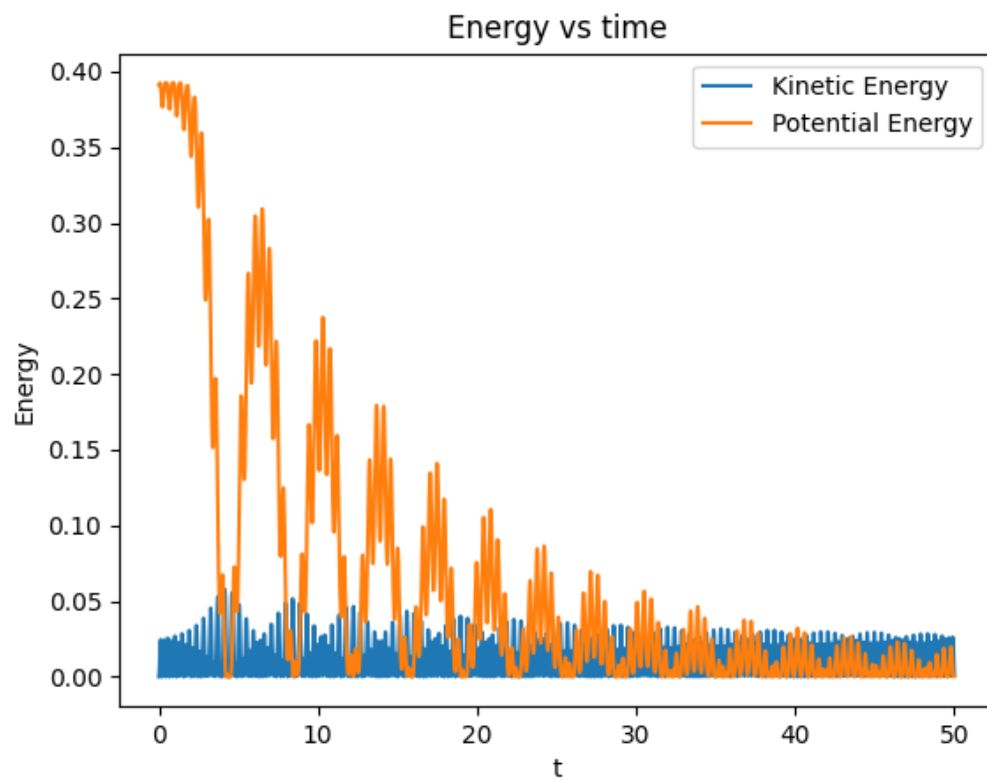
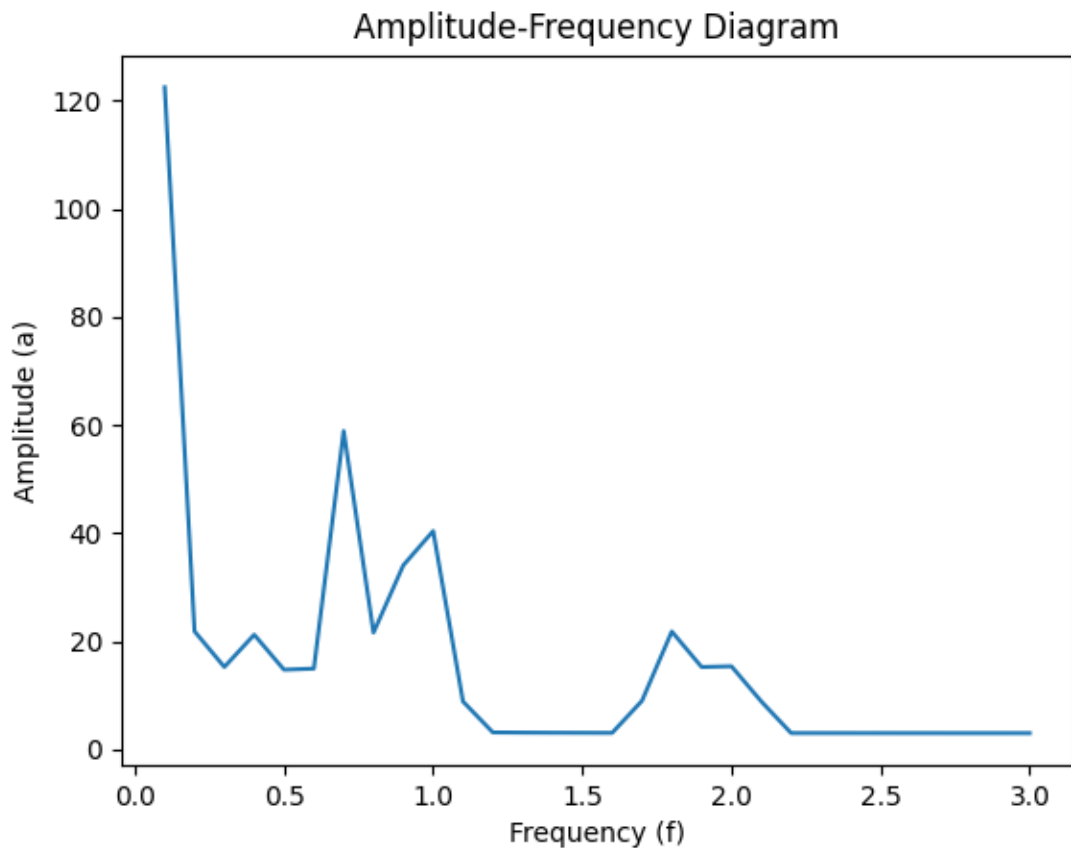


График №3: a - f график



8. Выводы и анализ результатов работы.

В ходе работы была успешно выполнена моделирование динамики маятника Капицы. Было проведено исследование параметрического резонанса, что позволило увидеть влияние различных частот и амплитуд колебаний на положение равновесия маятника. С помощью построения фазовых портретов осциллятора в области параметрического резонанса было возможно наблюдать и анализировать динамику системы, что помогло получить понимание сложного поведения маятника Капицы. Анализ временной зависимости потенциальной и кинетической энергии показал, как энергия перераспределяется в системе, а также обнаружил присутствие определенных гармоник, что указывает на сложную природу движения в данной системе.