5

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования**

**«Национальный исследовательский университет ИТМО»**

Факультет информационных технологий и программирования

Моделирование 1

*Связанные маятники*

**Выполнил студент группы № M3212**

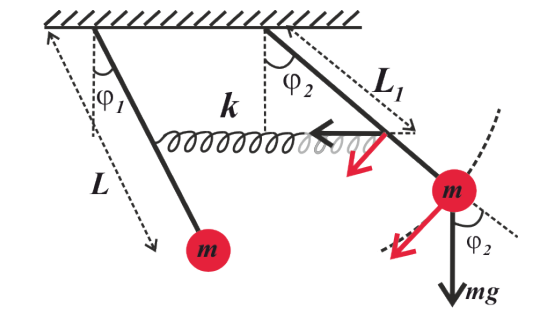
Пестриков Михаил Михайлович

**Подпись:**



Санкт-Петербург

2024



1) Цели работы:

Выполнить численное моделирование углов и скоростей связанных маятников.

2) Задачи

Написать программу для вычисления углов и скоростей связанных маятников и построения графиков зависимости углов и скоростей маятников от времени. Рассчитать нормальные частоты.

3) Теория

Нормальная частота первого и второго маятников:

Общее решение уравнений движений маятников

Где:

– начальные фазы нормальных колебаний

– амплитуды нормальных колебаний

Функция затухания:

Общее уравнение угловых скоростей маятников:

4) Ход решения

Коэффициент жесткости , длина подвеса , расстояние до пружины , масса , коэффициент затухания задаются как параметры.

Для использования общего уравнения движения маятников нужно найти амплитуды и начальные фазы.

Так как известна скорость в начальный момент времени (скорость и время = 0), можем перейти к уравнениям скоростей маятников, продифференцировав уравнения движения по времени:

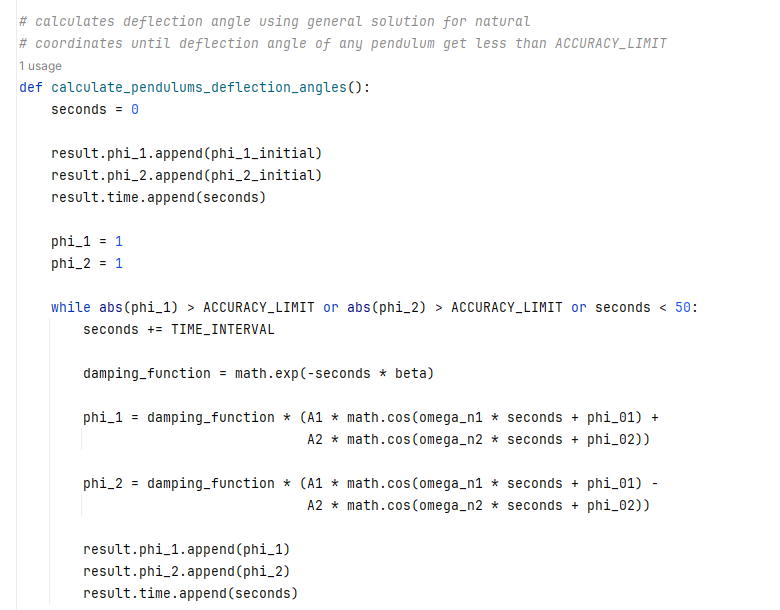
Подставив , получаем:

Отсюда следует, что и равны

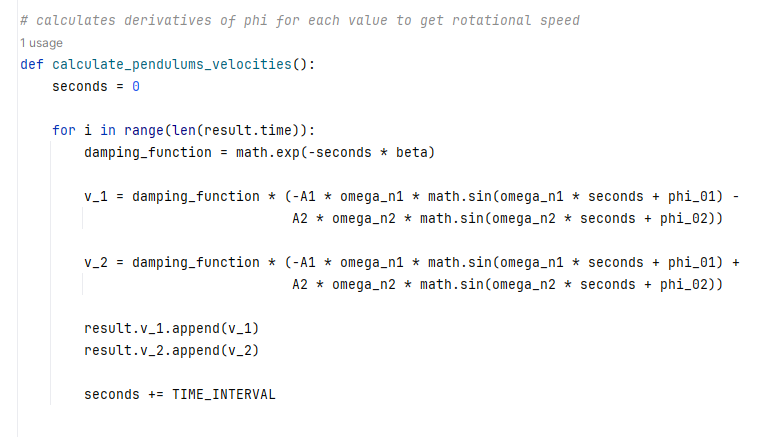
Подставим полученные фазы в общие уравнения движения маятников в нулевой момент времени:

Решим относительно и

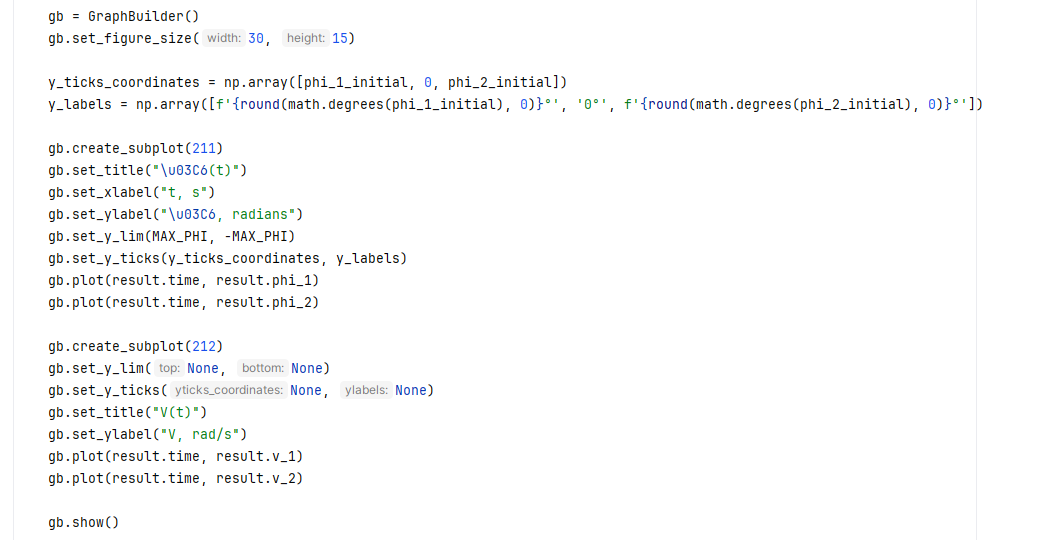
Здесь и – это начальные углы отклонения маятников.

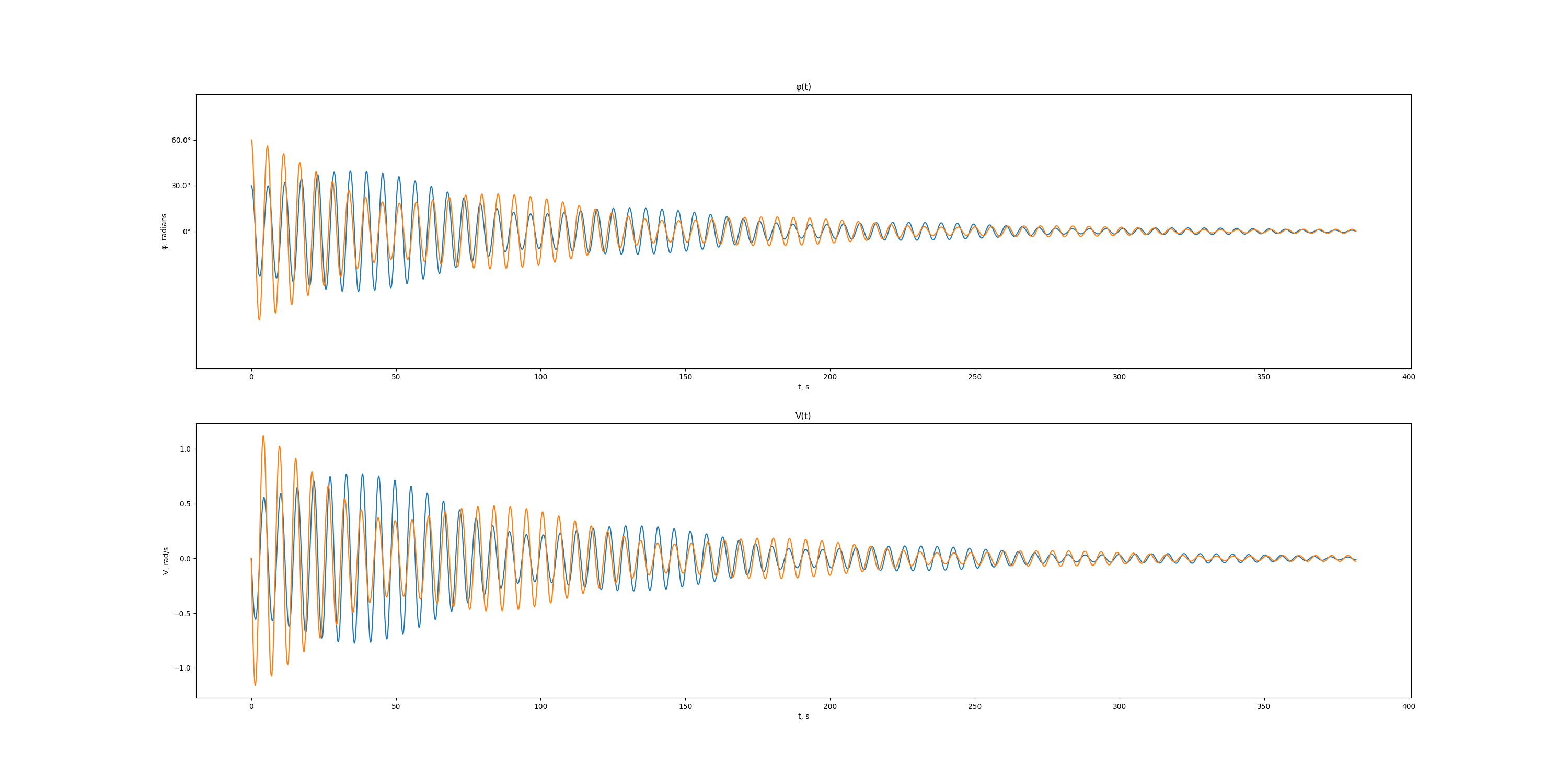
Функция вычисления углов отклонения маятника в зависимости от времени:

Функция вычисления скоростей маятников:



Построение графиков:





5) Выводы

В данной лабораторной работе была изучена система двойного маятника, связанного пружиной, и проведен анализ его движения. Были получены формулы начальных фаз и амплитуд. Вычислены частоты собственных колебаний каждого маятника.

Затем были рассчитаны значения углов отклонения каждого маятника в зависимости от времени, рассчитаны угловые скорости маятников. С помощью библиотеки matplotlib были построены графики, отображающие изменение угловых отклонений и скоростей маятников в зависимости от времени. Это помогло лучше понять динамику движения маятников в зависимости от начальных отклонений.

Также:

Была написана программа, используя библиотеку sympy для аналитического решения уравнений движения для нахождения фаз и амплитуд, которая не пригодилась в ходе моделирования.

Изучен метод конечных разностей для получения производных.

Написан класс для работы с графиками, используя библиотеку matplotlib.