



Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова  
факультет Вычислительной математики и кибернетики  
кафедра Суперкомпьютеров и Квантовой информатики

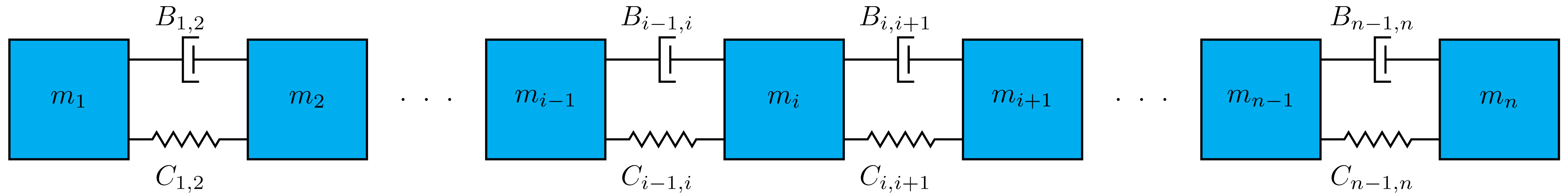


# **Возможности пакета TaiChi для математического моделирования на современных вычислительных архитектурах**

Выполнила:  
студентка группы 538, Ши Хуэй

Руководитель:  
доцент кафедры СКИ, к.т.н., Русол А.В.

# Цепочка осцилляторов



$C_{i,j}$  - Постоянные упругости пружин ;  $B_{i,j}$  - Постоянные демпфирования

$C_{i,j} * X_{i,j}$  - Сила Гука ;  $B_{i,j} * v_{i,j}$  - Демпфирующая сила

Суммарная сила :  $F = C_{i,j} * X_{i,j} + B_{i,j} * v_{i,j}$

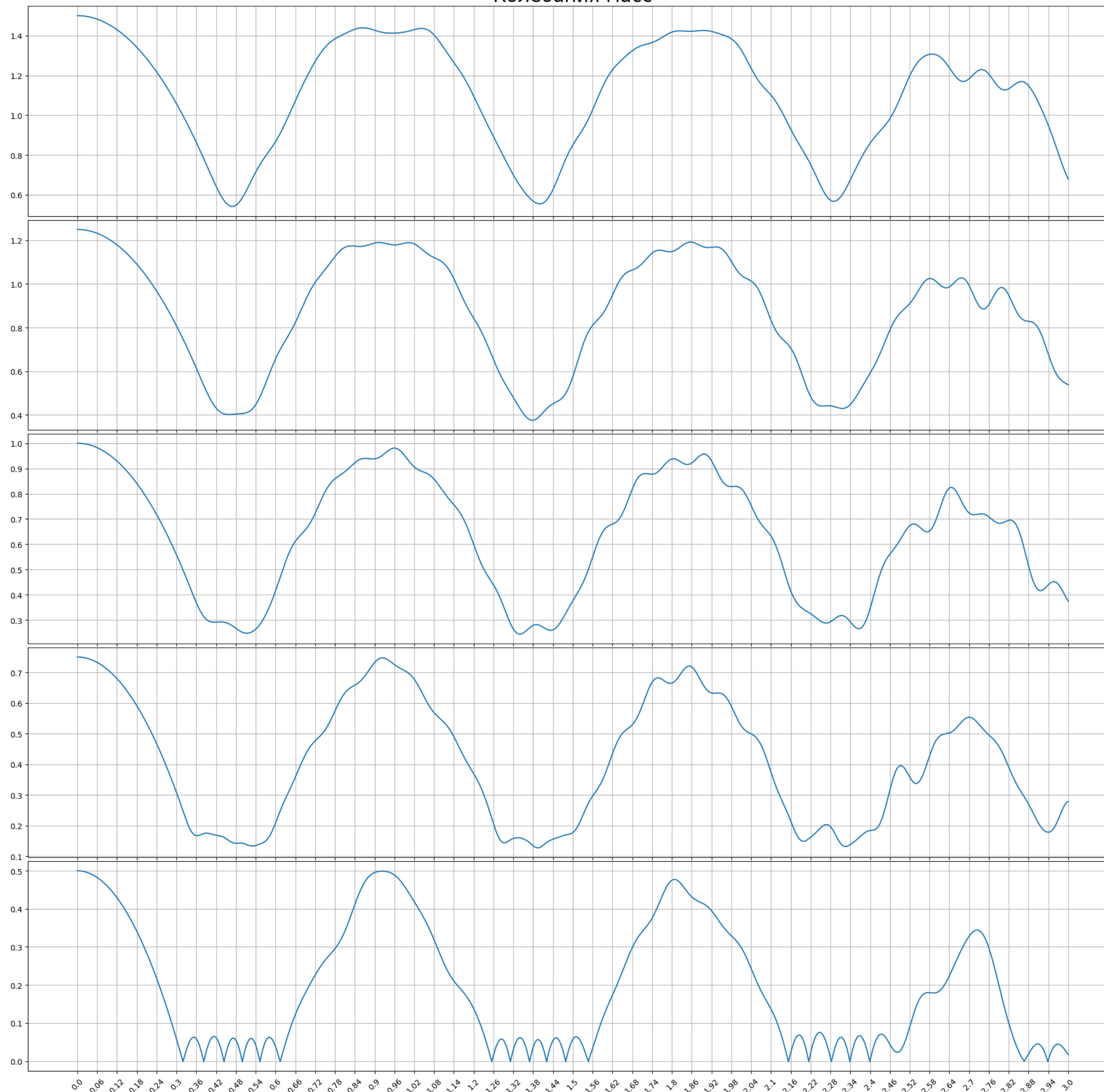
Система уравнений динамики цепочки осцилляторов :

$$m_1 \cdot \frac{d^2 x_1}{dt^2} = -C_1 \cdot (x_2 - x_1) - B_1 \cdot (v_2 - v_1)$$

$$m_i \cdot \frac{d^2 x_i}{dt^2} = -C_i \cdot (x_i - x_{i-1}) - B_i \cdot (v_i - v_{i-1}) - C_{i+1} \cdot (x_{i+1} - x_i) - B_{i+1} \cdot (v_{i+1} - v_i)$$

$$m_n \cdot \frac{d^2 x_n}{dt^2} = -C_n \cdot (x_n - x_{n-1}) - B_n \cdot (v_n - v_{n-1})$$

Колебания масс



m<sub>5</sub>

m<sub>4</sub>

m<sub>3</sub>

m<sub>2</sub>

m<sub>1</sub>

без демпфирования

$$F = C_{i,j} * X_{i,j} + B_{i,j} * v_{i,j}$$

$$B = 0$$

$$F_g = -mg$$

F<sub>g</sub> - гравитация

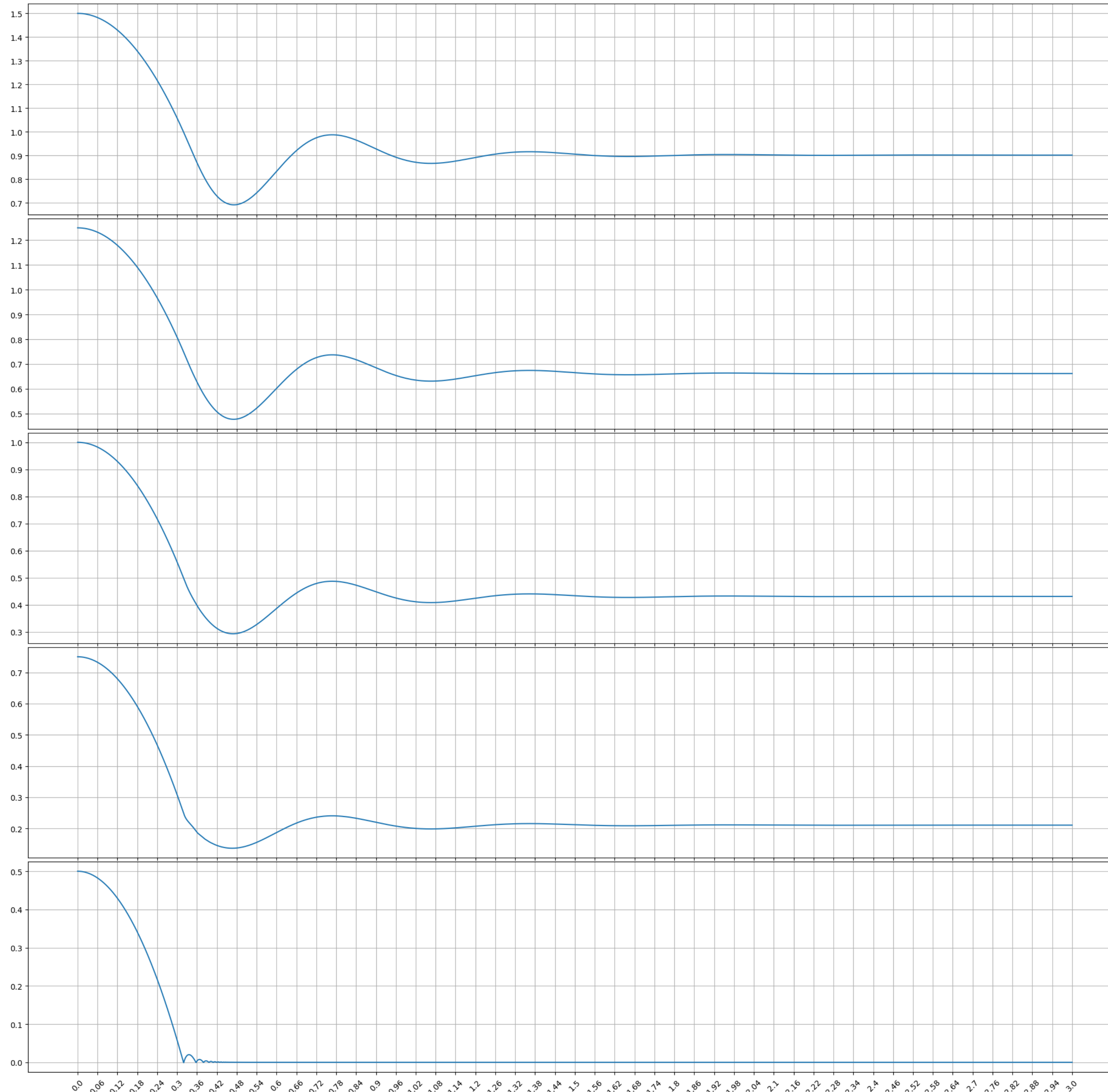
$$v_{i+1} = v_i + a \cdot dt$$

$$x_{i+1} = x_i + v_{i+1} \cdot dt$$

$$F_{\text{ground}} = -C_s x$$

C<sub>s</sub> - это "жесткость" грунта

# Колебания масс



m<sub>5</sub>

с демпфированием

m<sub>4</sub>

$$F = C_{i,j} * X_{i,j} + B_{i,j} * v_{i,j}$$

$$F_g = -mg$$

F<sub>g</sub> - гравитация

m<sub>3</sub>

$$v_{i+1} = v_i + a \cdot dt$$

$$x_{i+1} = x_i + v_{i+1} \cdot dt$$

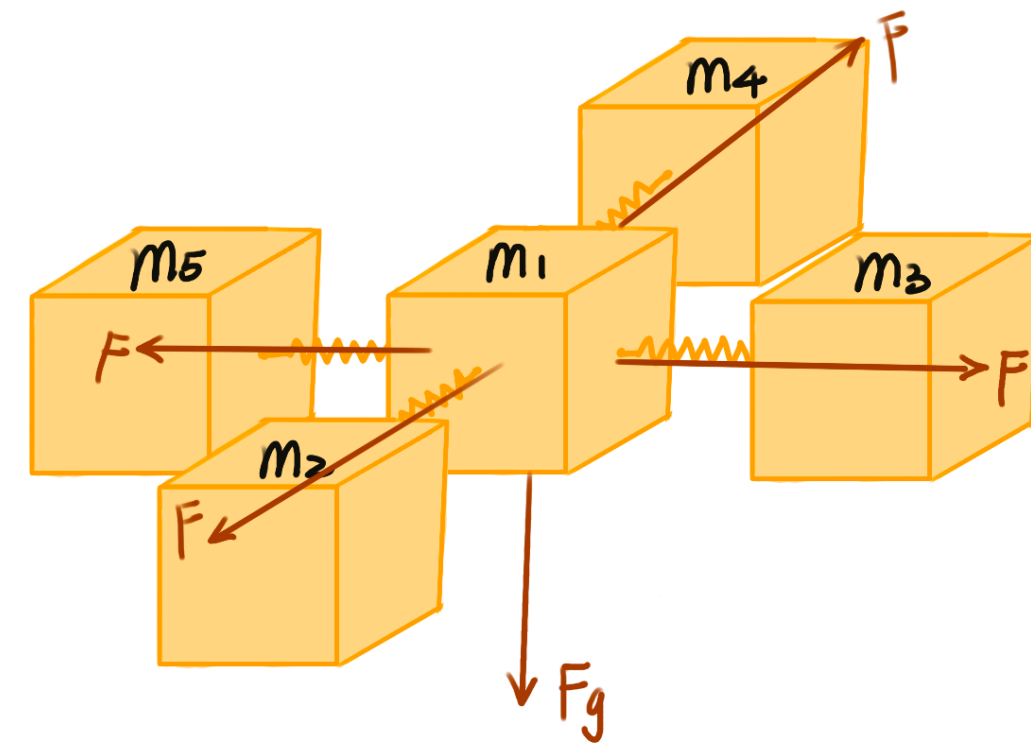
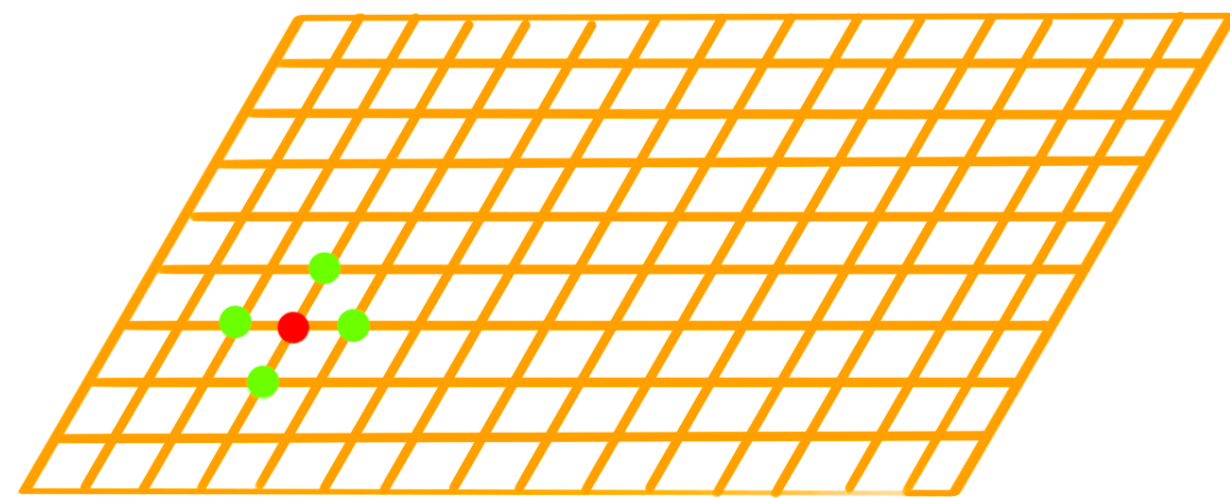
m<sub>2</sub>

$$F_{\text{ground}} = -C_s x$$

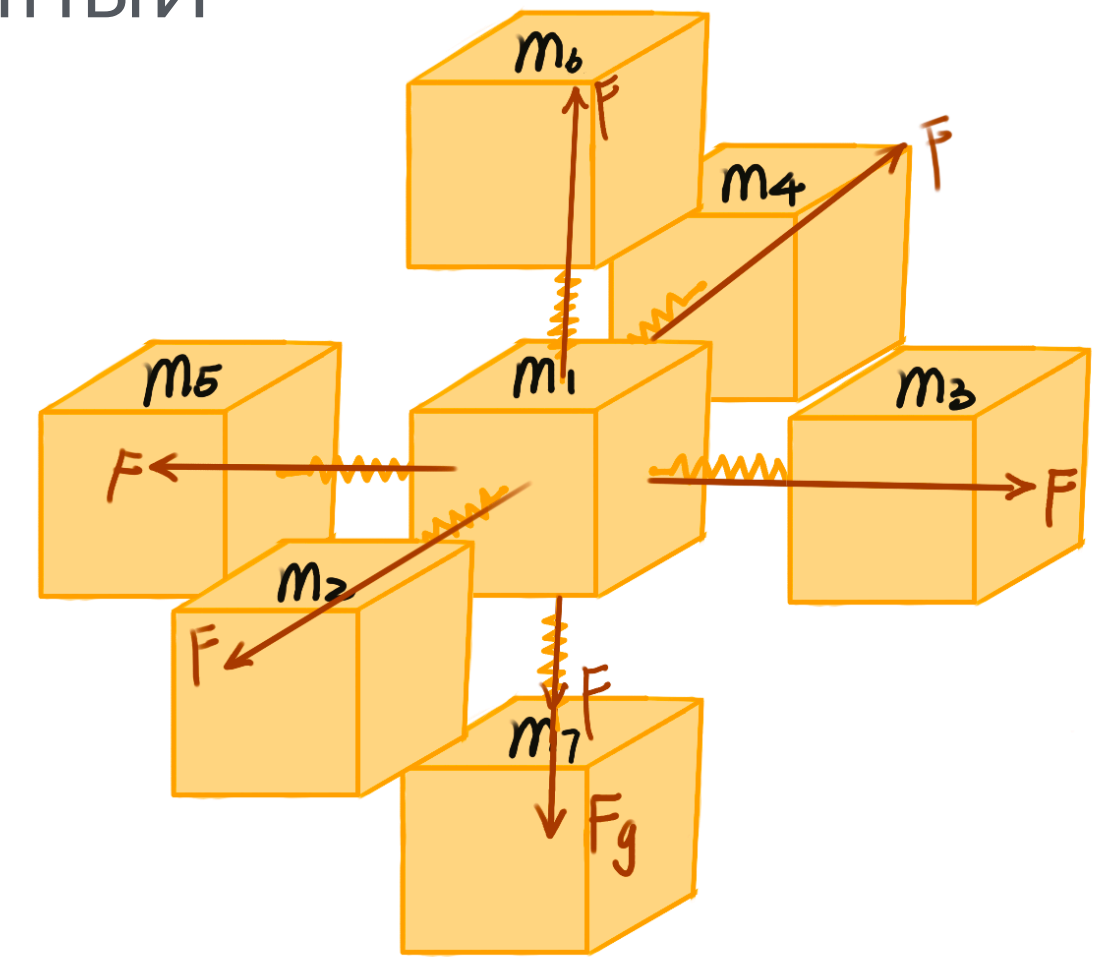
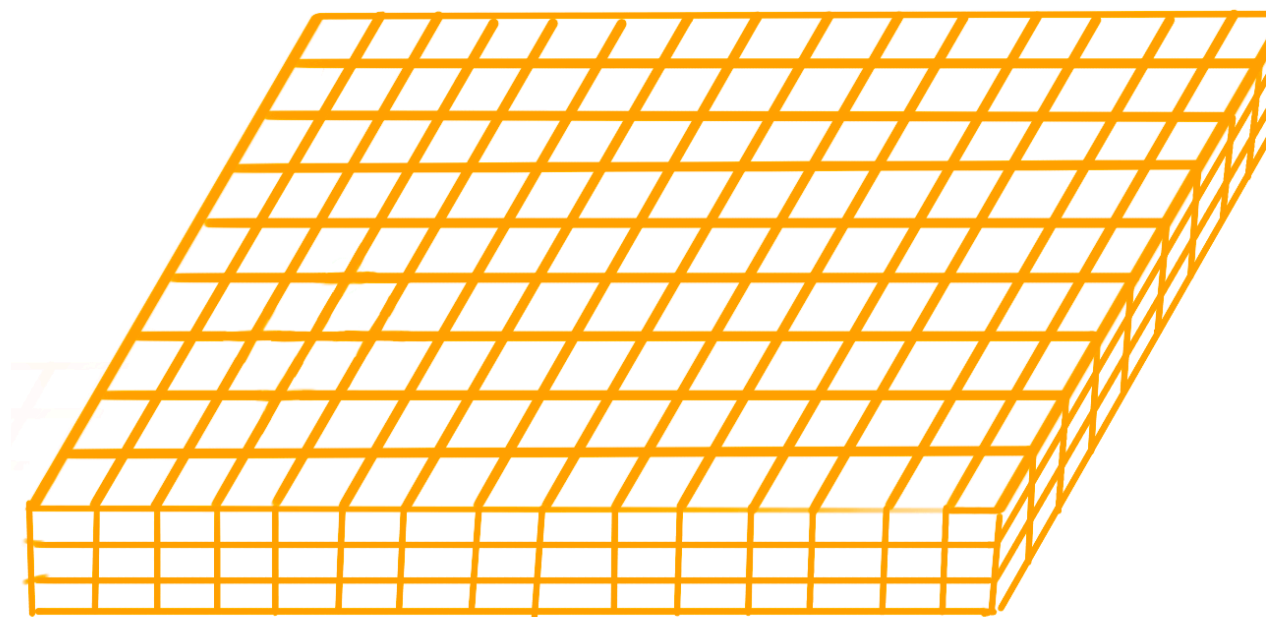
C<sub>s</sub> - это "жесткость" грунта

m<sub>1</sub>

## Однослойный



## Многослойный

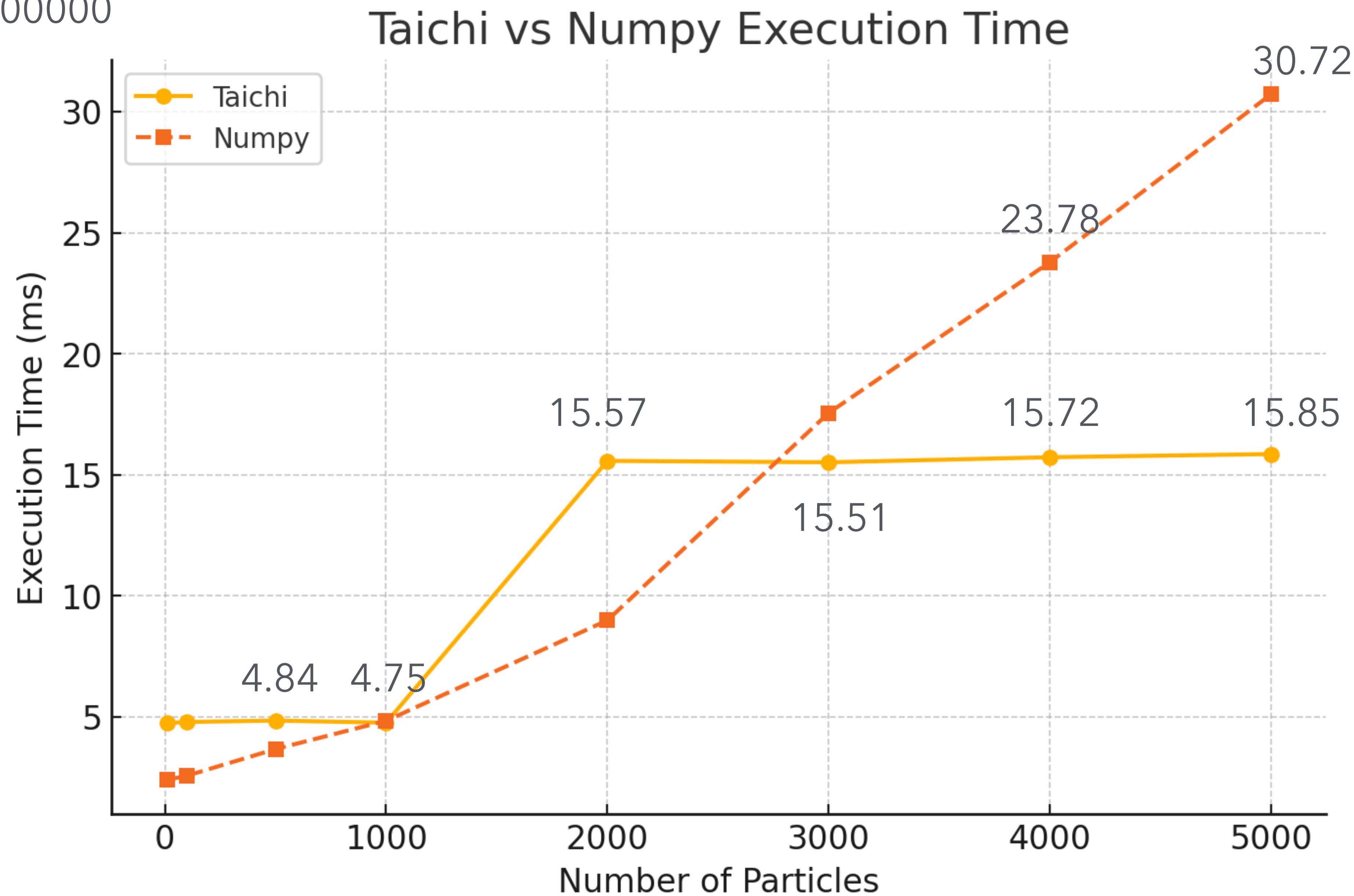


$$m_i \frac{d^2 \mathbf{x}_i}{dt^2} = \sum_{j \in \text{neighbors}} (C_{i,j} \cdot (\mathbf{x}_j - \mathbf{x}_i) + B_{i,j} \cdot (\mathbf{v}_j - \mathbf{v}_i)) + m_i \mathbf{g}$$

$$\mathbf{F}_{\text{sphere}} = \begin{cases} C_s (\|\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_{\text{sphere}}\| - R) & \text{if } \|\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_{\text{sphere}}\| < R \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$



numSteps: 300000



**Спасибо за внимание**