



Колебание цепочек

Этап IV

Докладчики

Группа НФИбд-01-20:

- Михаил Ким 1032201664
- Ильин Андрей 1032201656
- » Юрий Кузнецов 1032200533
- Аббас Майсаров 1032200530
- Егор Логинов 1032201661

Группа НФИбд-02-20:

- Улугбек Ибрагимов 1032204510





RUDN
university

Вводная часть

Актуальность

- Колебания встречаются в большинстве природных явлений.
- С помощью колебания гармонических цепочек в частности изучаются:
 1. механические свойства материалов
 2. распространение волн
 3. исследование фазовых переходов

Объект и предмет исследования

- Колебание цепочек
- Гармоническая цепочка
- Модель колебания гармонических цепочек

- Изучить колебания цепочек, в частности:
 - Гармонических цепочек
- Построить математическую модель колебания цепочек.
- Описать процесс моделирования гармонических цепочек.
- Составить план написания модели на Julia.
- Составить план написания модели на Modelica.
- Построить модель гармонических цепочек.

Задачи

- Написать программу, моделирующую поведение цепочки из N частиц. (параметры $m = 1$, $k = 1$, $d = 1$) вместе с начальными условиями в виде гармоник с номерами $l = \overline{1,3}$.

Материалы и методы

- Медведев Д. А., Куперштох А. Л., Прууэл Э. Р., Сатонкина Н. П., Карпов Д. И. Моделирование физических процессов и явлений на ПК: Учеб. пособие / Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т., 2010. – 86-91с.
- Язык программирования Julia
- Интерактивный блокнот Pluto.jl
- Язык моделирования Modelica
- Программное обеспечение OpenModelica



RUDN
university

Результаты

Описание модели

$$x_i = i \cdot d, i = 1 \dots N$$

$$y_i = (A \cos(px_i) + B \sin(px_i)) \cos(\omega t), i = 1 \dots N$$

$$p_l = \frac{l\pi}{(N+1)d}, l = 1 \dots N, l = 1 \dots N$$

$$w_0 = \sqrt{k/m}$$

$$\omega_l = 2\omega_0 \sin\left(\frac{l\pi}{2(N+1)}\right)$$

$$y_0 = 0, y_{N+1} = 0, A = 0$$

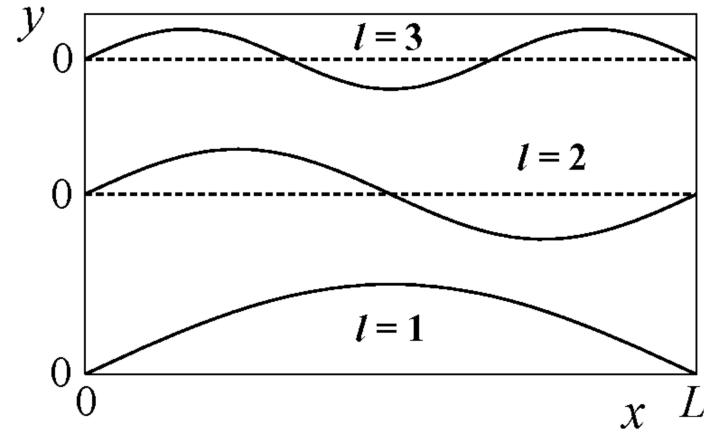


Рис. 1. Гармоники

Для моделирования гармонической цепочки был построен следующий алгоритм:

1. Определить количество атомов в гармонической цепочке, обозначим это число как N .
2. Задать параметры: k - коэффициент жесткости пружины, d - длина пружины, m - масса частицы.
3. Вычислить волновое число p_l для гармоники с номером l .
4. Вычислить частоту колебаний стоячей волны ω_l для гармоники с номером l .
5. Задать $x_i = i \cdot d$.
6. Записать итоговое уравнение вида:

$$y_i = (A \cos(px_i) + B \sin(px_i)) \cos(\omega t)$$

7. Задать шаг по времени и период времени.
8. Смоделировать систему.

Modelica. Модель(1)

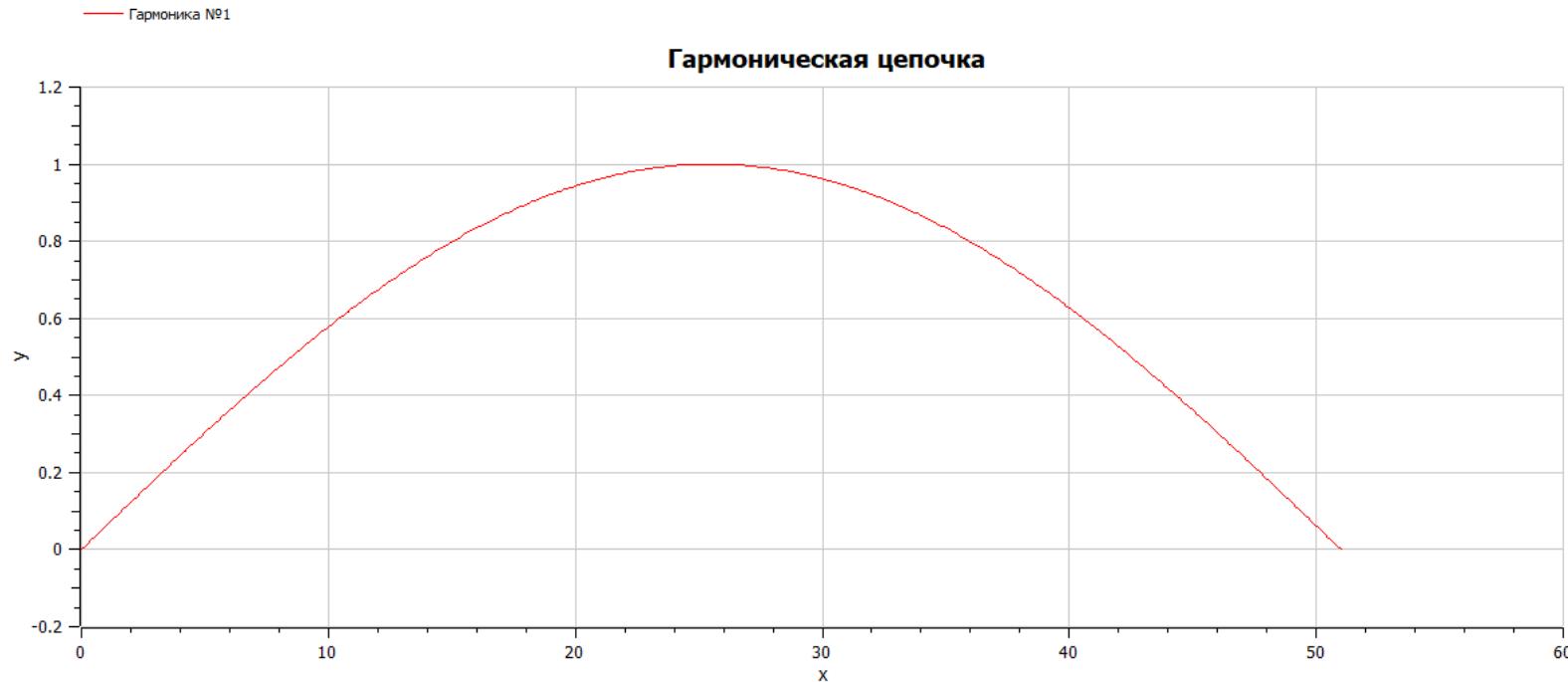


Рис. 2. Modelica. Гармоника ($l = 1$) в момент времени $t = 0$

Modelica. Модель(2)

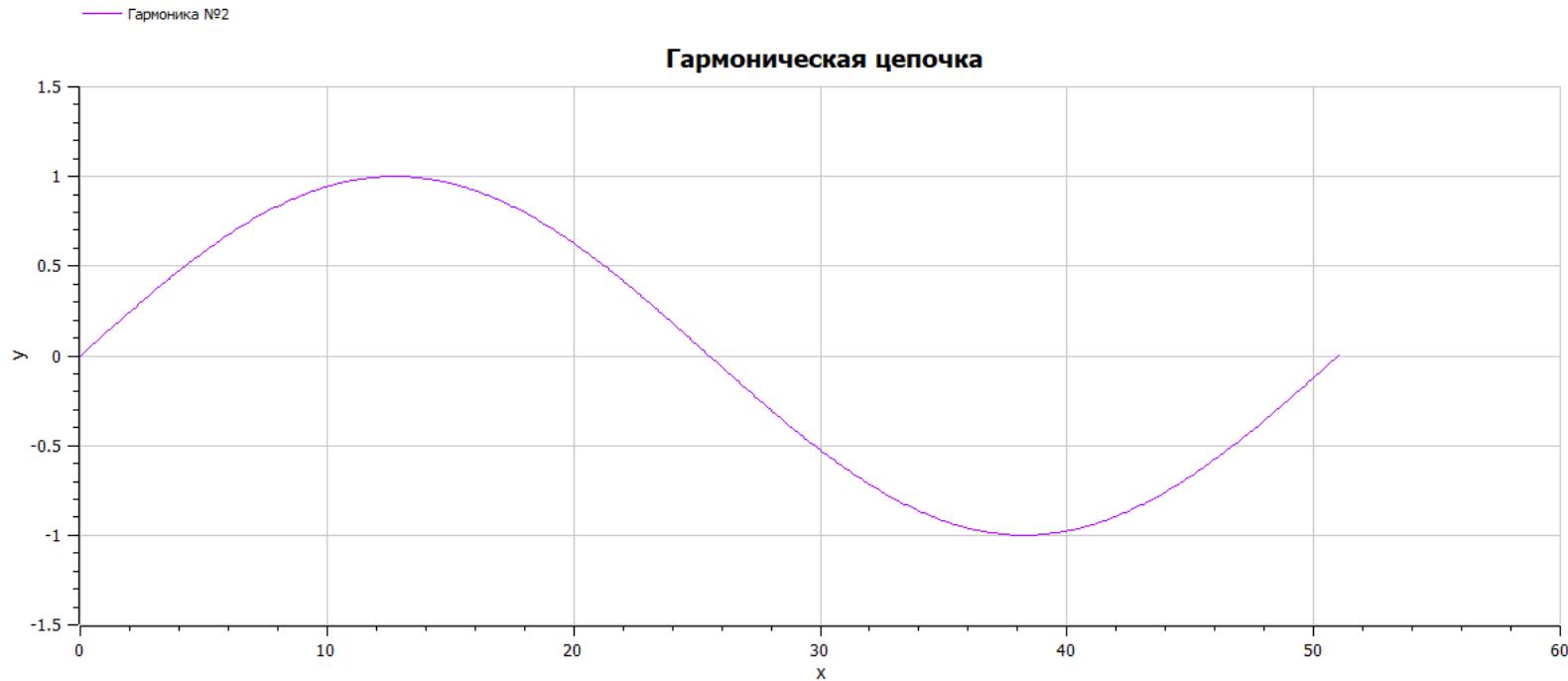


Рис. 3. Modelica. Гармоника ($l = 2$) в момент времени $t = 0$

Modelica. Модель(3)

Гармоника №3

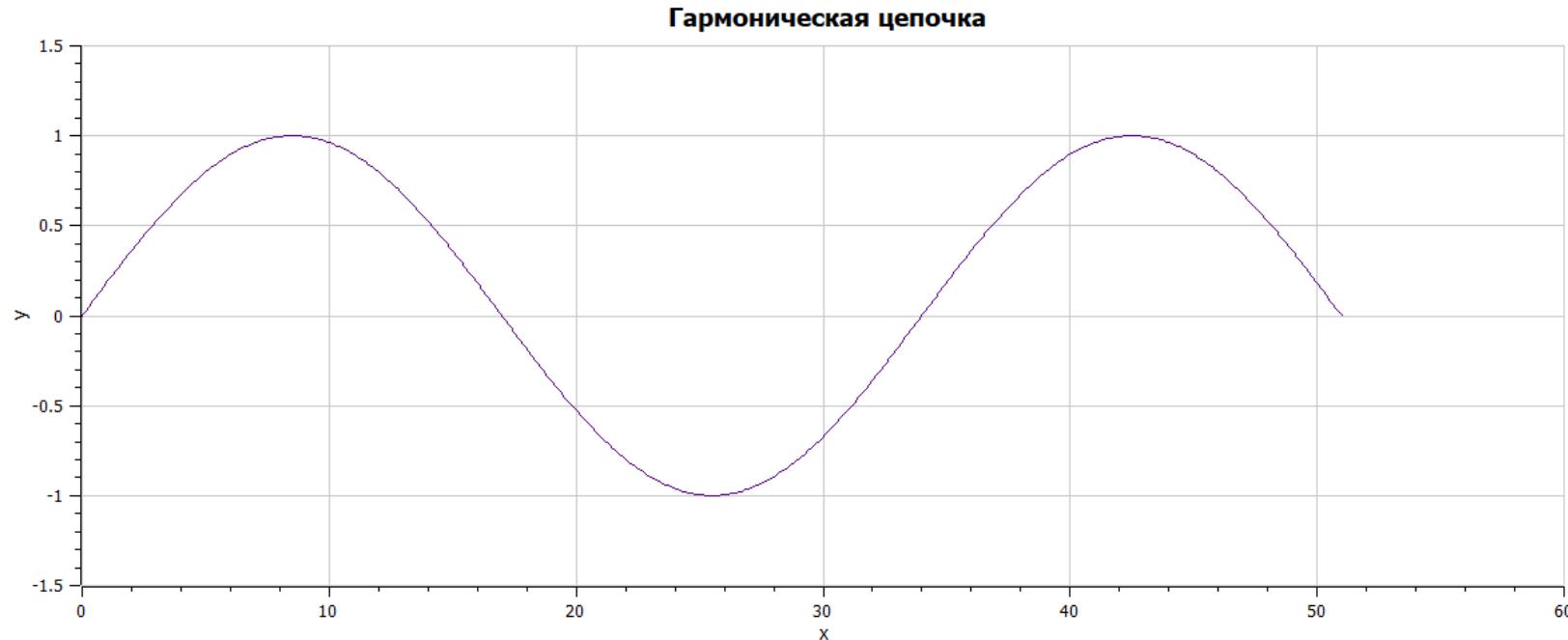
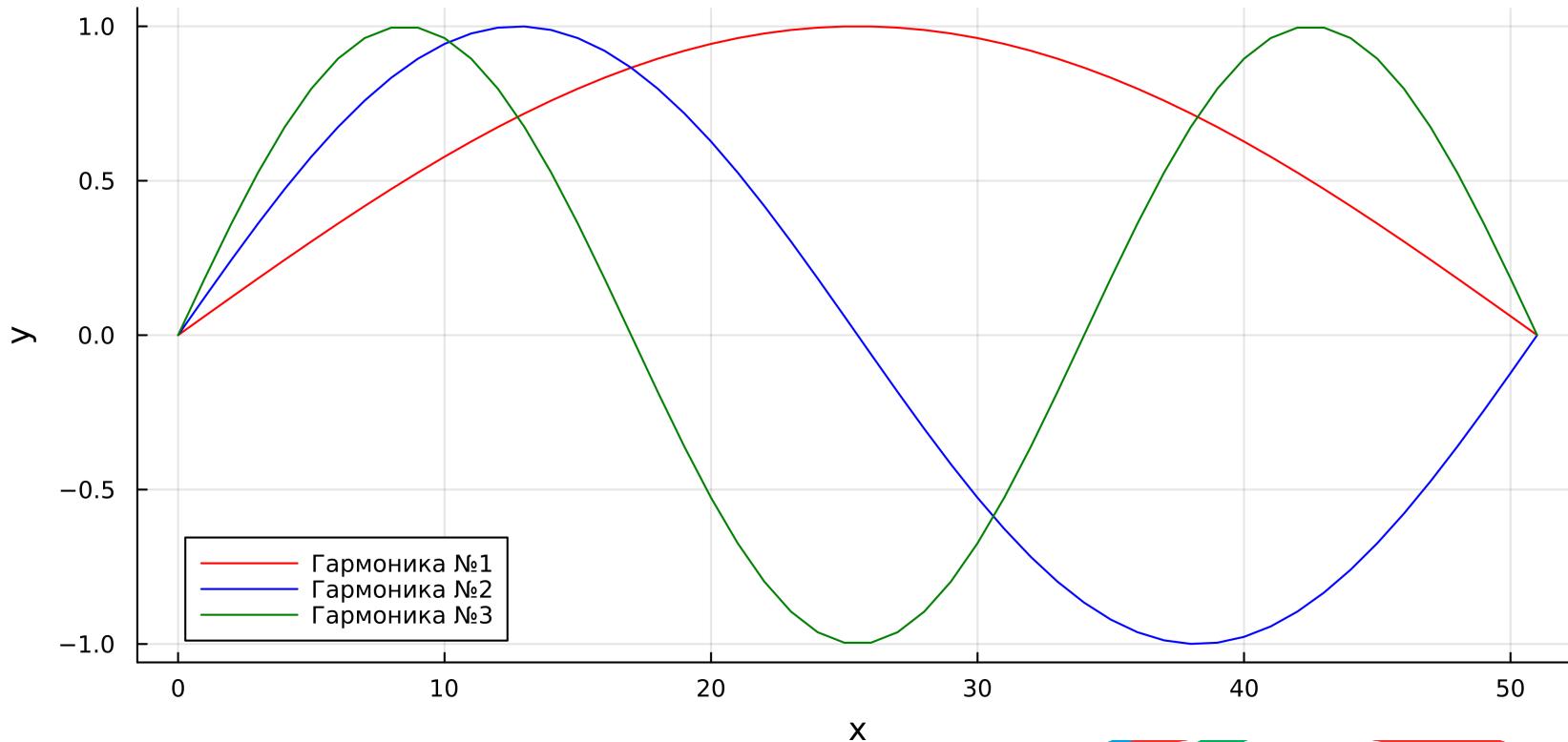


Рис. 4. Modelica. Гармоника ($l = 3$) в момент времени $t = 0$

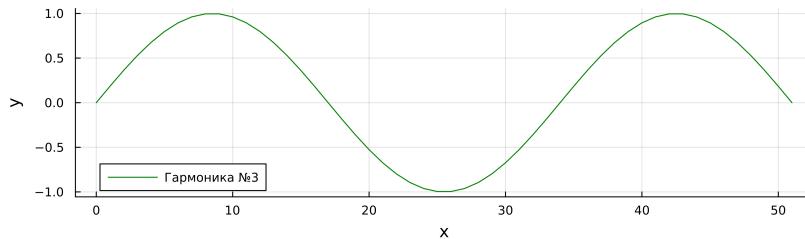
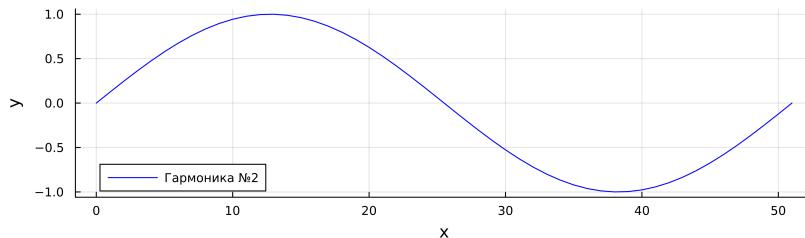
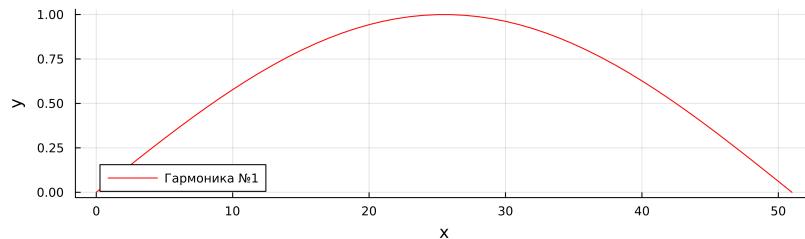
Julia. Модель(1)

Гармоническая цепочка

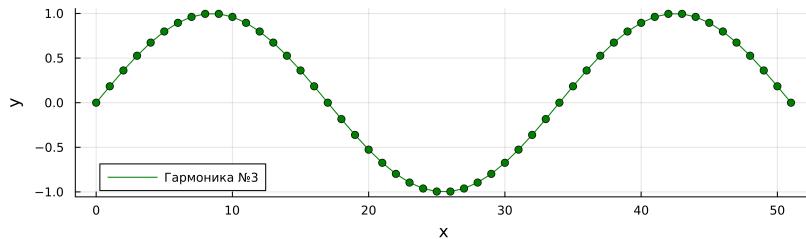
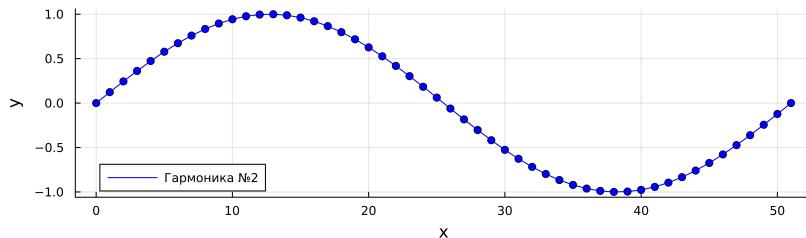
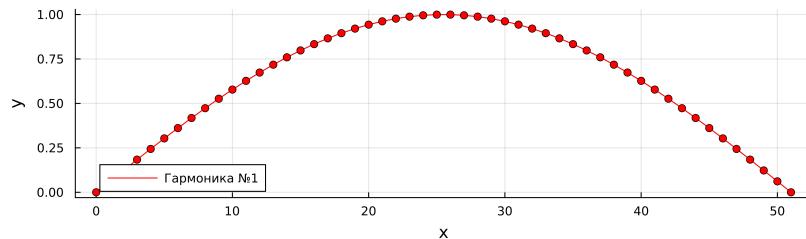


Julia. Модель(2)

Гармоническая цепочка

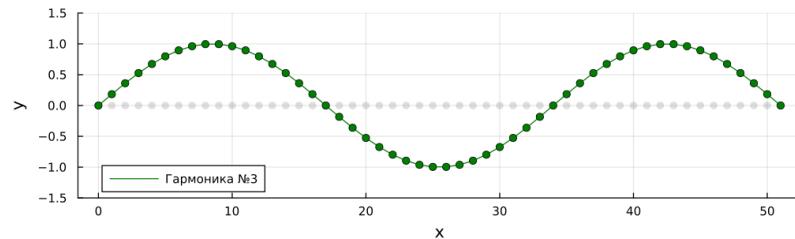
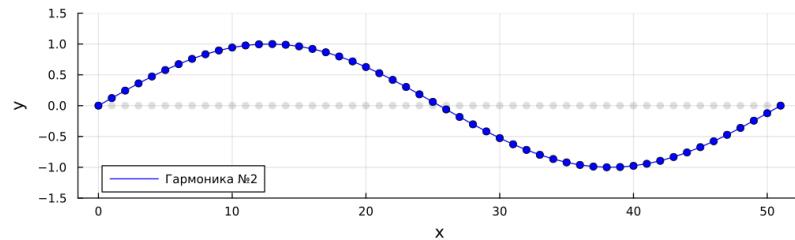
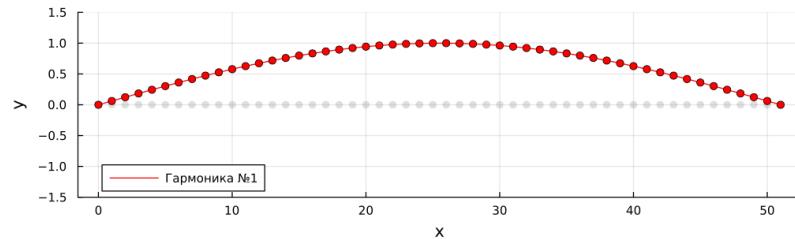


Гармоническая цепочка

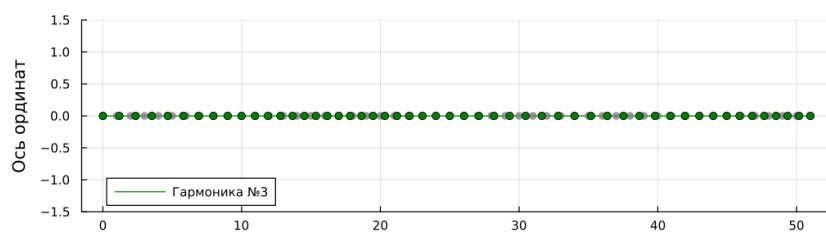
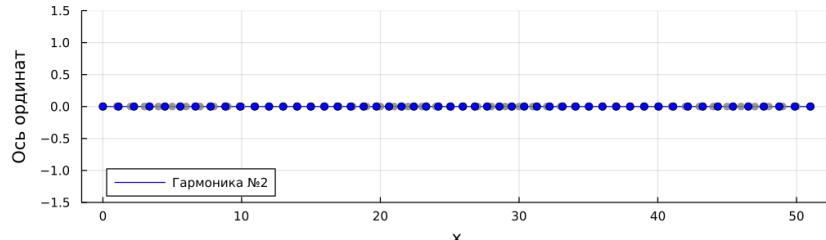
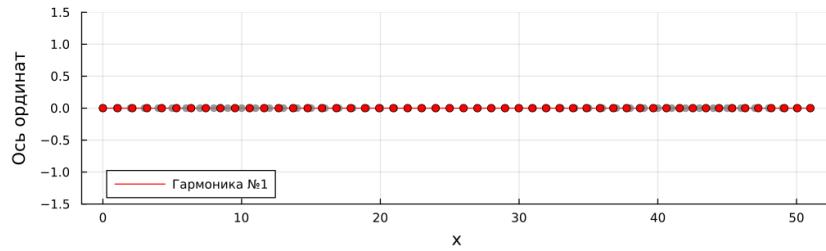


Julia. Модель(3)

Гармоническая цепочка



Гармоническая цепочка



Julia vs Modellica

Julia

- описывать модель сложнее, скрипт длиннее;
- из-за подключения пакетов, крайне долго происходит выполнение скрипта. Но Pluto решает эту проблему;
- больший простор для реализации модели и ее кастомизации, но при этом процесс сложнее.

Modellica

- описывать модель проще и быстрее;
- быстрая обработка и построение модели;
- среда OMEdit имеет множество различных полезных инструментов для настройки симмуляции и работы с ней.



Вывод

Вывод

- Мы разобрали теорию колебания цепочек, в частности гармонические цепочки.
- Описали математическую модель колебания гармонических цепочек.
- Мы разработали алгоритм построения модели колебания гармонических цепочек.
- Описали особенности реализации на Julia и Modelica
- Реализовали модель колебания гармонической цепочки на языках Julia и Modelica.