



RUDN  
university

# Колебание цепочек

## Этап II



RUDN  
university

## 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



- 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

- Колебание цепочек
- Гармоническая цепочка
- Модель колебания гармонических цепочек

- Описать процесс моделирования гармонических цепочек.
- Составить план написания модели на Julia.
- Составить план написания модели на Modelica.





1. Описать алгоритм программы, моделирующей поведение цепочки из  $N$  частиц (при параметрах  $m = 1, k = 1, d = 1$ ).
2. Построить план сравнения собственной частоты  $\omega_l$  модели гармоники с номером  $l$  с полученным теоретическим значением  $\omega_l$ .



- 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.





RUDN  
university

Описание модели



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

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

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

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

$$y_0 = 0, y_{N+1} = 0, A = 0, \omega_0 = \sqrt{k/m}$$

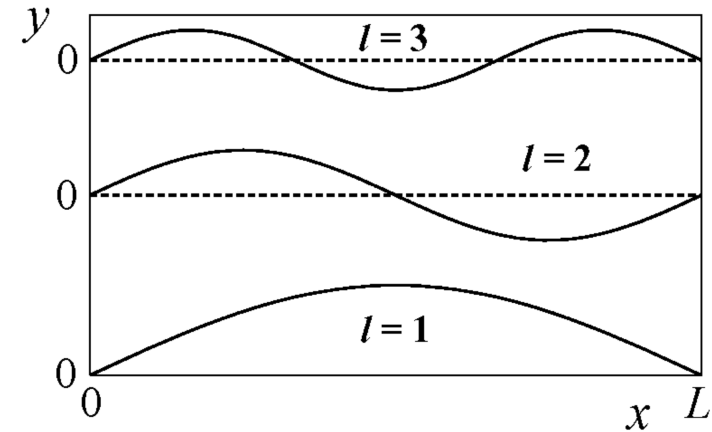


Рис. 1. Гармоники



RUDN  
university

Алгоритм



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  $\omega_l$  для гармоники с номером  $l$ .
5. Задать  $x_i = i \cdot d$ .
6. Записать итоговое уравнение вида:
7.  $y_i = (A \cos(px_i) + B \sin(px_i)) \cos(\omega t)$
8. Задать шаг по времени и период времени.
9. Смоделировать систему.





- OpenModelica:
  - Для реализации на Modelica понадобится создать модель, задать параметры, определить начальные значение, задать уравнения, смоделировать на промежутке времени.
- Julia:
  - Помимо действий указанных в предыдущем пункте, необходимо подключить пакеты, при помощи данных пакетов и базовых конструкций, построить модель и отрисовать (сохранить) графики.



RUDN  
university

Вывод





- Мы разработали алгоритм построения модели колебания гармонических цепочек.
- Описали особенности реализации на Julia и Modelica