

Литература

1. Патент. Россия. № 2431529. /Способ сепарации сыпучей смеси в текучей среде и устройство для его осуществления / В.С. Сухин, И.В. Чернобай. – Заявл. 23.03.2009. Опубликовано: 10.06.2010. Бюл. № 16.

2. Путилов К.И. Курс физики, том 1.Механика. Акустика. Молекулярная физика. Термодинамика. Учебное пособие для втузов. 11-е изд. / К.И. Путилов / - М. Физматиздат, 1963.– 560 с.

3. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики: Учебник для втузов. 10-е изд. / С.М. Тарг / - М.: Высш. шк., 1986. - 416 с.

4. Дейч М.Е. Техническая газодинамика. / М.Е. Дейч / - М.–Л.: Гос.энергоиздат, 1961. – 670 с.

5. Шиляев М.И., Шиляев А.М. Аэродинамика и тепломассообмен газодисперсных потоков. / М.И. Шиляев, А.М. Шиляев / – Томск: Изд-во Томск. гос. архит.-строит. ун-та, 2003. – 272 с.

6. Краткий курс лекций по дисциплине «Теоретические основы защиты окружающей среды». [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://studme.org/12340521/ekologiya/osnovnye_zakonomernosti_dvizheniya_osazhdeniya_chastits_aerozoley

Анотація. Розроблена математична модель переміщення частинки під дією повітряного потоку і гравітаційних сил в аеродинамічній трубі для діапазону числа Рейнольдса від 0.1 до 1000. Отримані результати можуть бути використані при розробці технології збагачення корисних копалин і сепарування різних матеріалів.

Ключові слова: аеродинамічна труба, повітряний потік, моделювання, сепарація, швидкість руху, траєкторія, частинка, число Рейнольдса.

УДК 519.24(075.8)

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЦЕПОЧКЕ ЛИНЕЙНЫХ ОСЦИЛЛЯТОРОВ

Еремеев В., Попазов Н.

Мелітопольський державний педагогічний університет

імені Богдана Хмельницького,

м. Мелітополь

e-mail: eremeev@mdp.u.org.ua

Постановка задачи. Теория колебаний является одним из главных разделов прикладной физики. Она нашла широкое применение при изучении колебательных процессов в различных разделах науки и техники [1]. Современные теоретические [2], численные [3] и программные [4] средства позволяют анализировать самые сложные колебательные системы. В статье [5] построена математическая модель для исследования поведения системы,

которая состоит из цепочки линейных осцилляторов. Эта модель позволяет решать широкий спектр задач, связанных с колебательными процессами в одномерном случае. В частности, может быть получена информация о временных зависимостях отклонения любого узла осциллятора и его скорости.

Настоящая работа посвящена созданию компьютерной модели, которая позволяет анализировать поведение этой системы в зависимости от количества осцилляторов, их свойств, а также от начальных и граничных условий.

Математическая модель. Рассмотрим систему n линейно связанных пружинных осцилляторов с одинаковой массой m , которая с одного конца закреплена, а с другого конца находится под действием силы $F(t)$, (рис. 1).

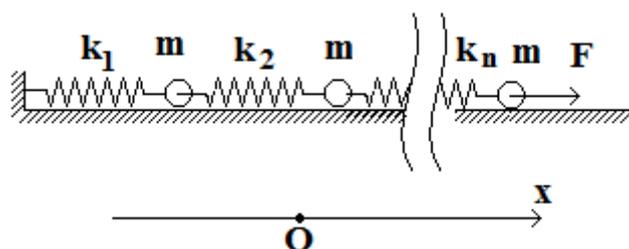


Рис.1. Система n пружинных осцилляторов с внешней уплотняющей центробежной силой.

В достаточно общем случае силу $F(t)$ можно выразить через сумму s гармоник:

$$F(t) = \sum_{i=1}^s A_i \sin(\omega_i t + \varphi_i) \quad (1)$$

где

A_i – амплитуда, ω_i – частота, φ_i – начальная фаза.

Математическую модель колебательного процесса представим в виде:

$$\begin{cases} \dot{x}_i = v_i \\ \dot{v}_i = \frac{1}{m} (k_i (x_{i-1} - x_i) + k_{i+1} (x_{i+1} - x_i) + \delta_n^i \sum_{j=1}^s A_j \sin(\omega_j t + \varphi_j)) \\ x_0 = 0, x_{n+1} = 0, k_{n+1} = 0 \\ i = 1, \dots, n \end{cases} \quad (2)$$

где x_i – отклонение i -го элемента с массой m , v_i – скорость i -го элемента, k_i – жёсткость пружины между $i - 1$ и i - м элементами, δ_i^j – символ Кронекера: $\delta_i^j = 0$ при $i \neq j$, $\delta_i^j = 1$ при $i = j$.

Начальные условия представим в виде:

$$v_i(0) = 0, x_i(0) = 0, i = 1, 2, \dots, n. \quad (3)$$

Решение системы уравнений (1) можно получить методом Рунге-Куты. Алгоритм численного решения этой системы приведён в работе [5].

Описание компьютерной программы. Компьютерная модель создана с помощью алгоритмического языка C++ Builder 2009 в программной сборке CodeGear RAD Studio 2009 [4].

Программный продукт содержит четыре формы ввода-вывода информации. Главная форма №1 предназначена для ввода информации о количестве маятников, жесткости каждой пружины, начальные координаты и скорость, время наблюдения, а также характеристики возбуждающей силы (количество гармоник, амплитуда, частота, начальная фаза каждой гармоники).

Программа моделирует колебательный процесс в системе из n осцилляторов под действием внешней нагрузки. В частности, она позволяет решать следующие задачи:

- определять временную зависимость отклонения любого узла осциллятора от массы, граничных условий и жесткости пружин;
- исследовать временную зависимость скорости движения от граничных условий;
- находить максимальное отклонение выбранного узла осциллятора от различных условий;
- вычислять максимальное отклонение от начального положения того узла осциллятора, отклонение которого является наибольшей из системы всех осцилляторов,
- определять максимальное расстояние между двумя соседними узлами осциллятора в различных условиях нагружения. Внешний вид главной формы приведен на рис. 2.

Параметри системи

кількість мас: 8

початкові координати, швидкості та жорсткості пружин

	1	2	3	4	5	6	7	8
Координата	0	0	0	0	0	0	0	0
Швидкість	0	0	0	0	0	0	0	0
Жорсткість пружини	20	20	20	20	20	20	20	20

Характеристики збуджуючої сили

кількість гармонік: 4

амплітуди та частоти

	1	2	3	4
Амплітуда	5	1,667	1	0,714
Частота	6	18	30	42
Фаза	0	0	0	0

Час спостереження: 30

Вхідні данні:

Вихідні данні:

Рис. 2. Інтерфейс форми №1 програми.

Нажатие кнопки «Отримати», расположенной на рис.2, запускает программу на выполнение. На экране появится форма №2 - окно с вычисленными значениями данными, рис. 4.

	4(v)	5(x)	5(v)	6(x)	6(v)	7(x)	7(v)	8(x)	8(v)
t=29,7	-0,111	0,004	-0,602	0	0,446	-0,25	1,015	-0,416	-0,153
t=29,8	0,12	-0,062	-0,683	0,02	-0,053	-0,148	1,017	-0,394	0,657
t=29,9	0,295	-0,121	-0,499	-0,007	-0,471	-0,061	0,751	-0,299	1,131
t=30	0,372	-0,155	-0,134	-0,07	-0,672	-0,005	0,291	-0,179	1,152

Рис. 4. Форма №2 (окно вывода результатов вычислений).

Перемещение кнопок на рис. 4 в горизонтальном и вертикальном направлениях позволяет вывести величину отклонения выбранного интервала в нужный момент времени. С помощью кнопки «Анімація» на рис. 4 можно проследить перемещение узлов во времени, рис.5.

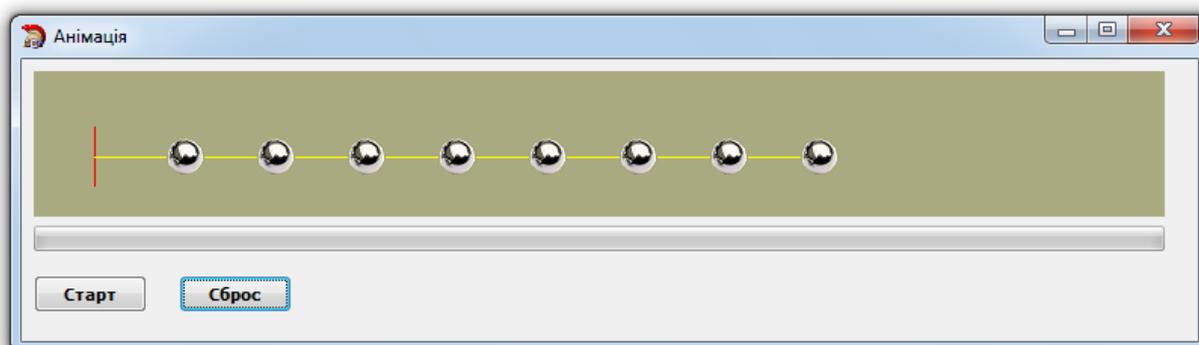


Рис. 5. Форма №3 для вывода анимации.

Кнопка «Графіки залежностей» во второй форме на рис. 4 инициирует появление формы №4, где можно выбрать один из четырёх возможных вариантов работы программы с выводом на дисплей следующих зависимостей:

- временная зависимость отклонения одного из узлов осцилляторов,
- временная зависимость отклонения узла, обладающего максимальным отклонением в системе осцилляторов,
- временная зависимость расстояния между $n - m$ и $n+1 - m$ узлами осцилляторов,
- график зависимости расстояния между $n - m$ и $n+1 - m$ узлами осцилляторов, для которых расстояния между ними являются наибольшими.

В качестве примера на рис. 6 приведена зависимость отклонения второго узла от времени в случае внешней нагрузки, отвечающей условию на рис.2.

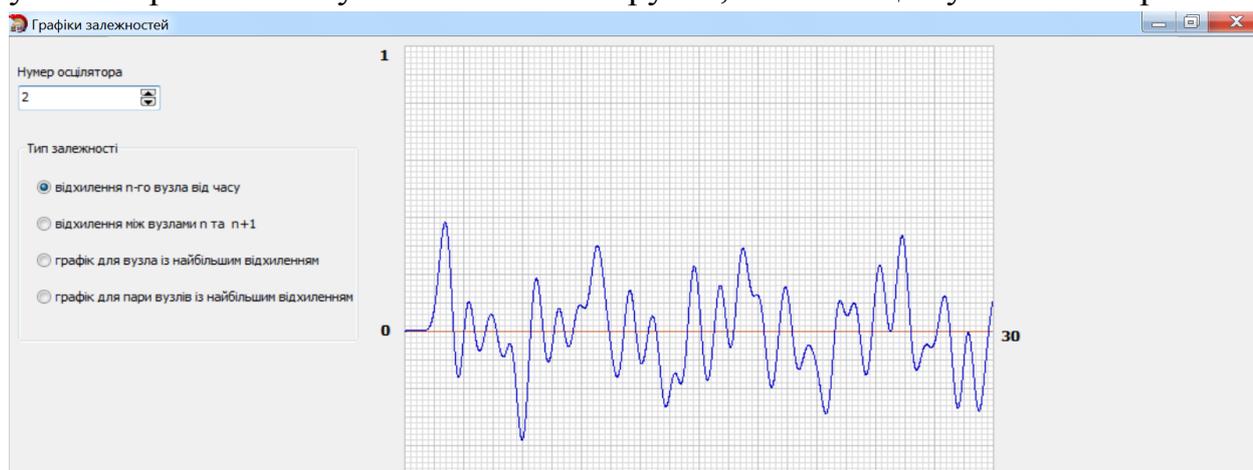


Рис. 6. Пример временной зависимости отклонения второго узла.

Третий узел при той же нагрузке для той же колебательной системы из восьми осцилляторов показал максимальное отклонение от равновесного значения, рис. 7.

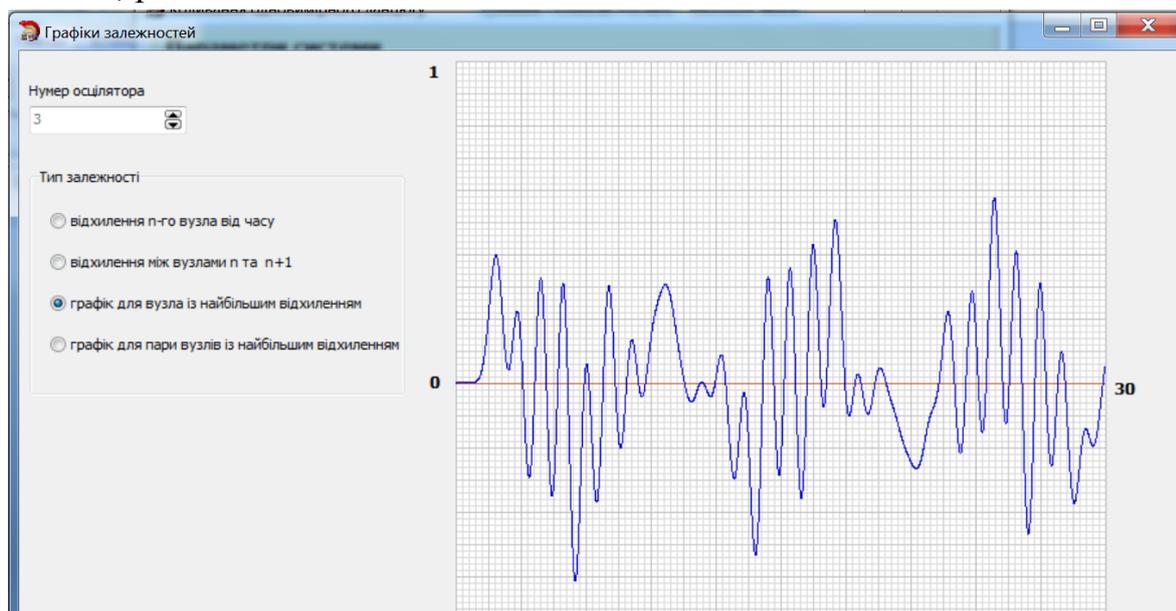


Рис. 7. Зависимость отклонения от времени для третьего узла, который находится в условиях максимального нагружения.

Из сравнения рис. 6 и 7 видно, что наибольшее относительное отклонение третьего узла, равное 0.61, в 1.6 раза больше по сравнению с наибольшим относительным отклонением второго узла, равного 0.38.

Выводы. При выполнении работы проведён анализ специальной литературы по теории колебаний и волн, а также по численным методам решения дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений. При разработке компьютерной модели использовался алгоритм решения, полученной нами в работе [5]. Численные алгоритмы реализован с помощью языка визуального программирования C++Builder сборки CodeGear

RAD Studio 2009 в виде компьютерной программы, которая позволяет по данным о количестве маятников, жесткости пружин, параметрах возбуждающей силы и исходных данных о координатах и скорости масс рассчитать временные зависимости координат и скоростей всех масс в заданном интервале времени. Полученные данные могут использоваться при анализе колебательных процессов в линейной цепочке осцилляторов.

Литература

1. Манделъштам Л. И. Лекции по колебаниям / Л.И. Манделъштам.- М.: «Наука», 1972. – 471 с.
2. Трубецков Д.И. Линейные колебания и волны. Учеб. пособие/ Д.И. Трубецков, А.Г. Рожнев - М.: Физматлит, 2001.- 416 с. ISBN 5-94052-028-6.
3. Бахвалов Н.С. Численные методы/ Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. - М.: Бином, 2000. - с. 363-375.
4. Холлингворс Дж. С++ Builder 5. Руководство разработчика = С++ Builder 5 Developer's Guide./ Дж. Холлингворс, Д. Баттерфилд, Б. Свот – М.: «Диалектика», 2001. – 884 с.
5. Єремєєв В.С. Моделювання коливальних процесів в системі лінійних осциляторів / В.С. Єремєєв, В.В. Кузьмінов, Попазов М.В.// Збірник наук. праць. Сучасні проблеми моделювання. Випуск 7. Мелітополь: Видавництво Мелітопольського державного пед. унів. ім. Б. Хмельницького. 2016, с.57-61.

Анотація. Розроблена комп'ютерна модель коливальних процесів в системі лінійних осциляторів. Отримані дані дозволяють аналізувати часові залежності відхилення будь-якого вузла і швидкості його руху від фізичних характеристик системи, а також граничних і початкових умов.

Ключові слова: амплітуда, колебания, компьютерная модель, математическая модель, осцилляторы, программирование, цепочка осцилляторов, фаза.

УДК 004.422

СИСТЕМА ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВІДВІДУВАЧІВ ІНТЕРНЕТ РЕСУРСІВ ЗА ДОПОМОГОЮ АКАУНТІВ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ

Зінченко Є.

*Мелітопольський державний педагогічний університет
імені Богдана Хмельницького,
м. Мелітополь*

e-mail: egor-zinchenko@mail.ru

Актуальність. Одне з основних завдань, з яким стикаються розробники веб-додатків - це ідентифікація користувача. Переважна кількість веб-сайтів, починаючи з сайтів оголошень і закінчуючи інтернет-магазинами, всіма силами намагаються змусити користувача пройти процедуру реєстрації.