

Нестеров Владимир Николаевич, Нестеров Иван Владимирович, Коркоцкая Дарья Олеговна
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГАРМОНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ И ФУРЬЕ АНАЛИЗ

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2010/12/29.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2010. № 12 (43). С. 95-100. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2010/12/

© Издательство "Грамота"

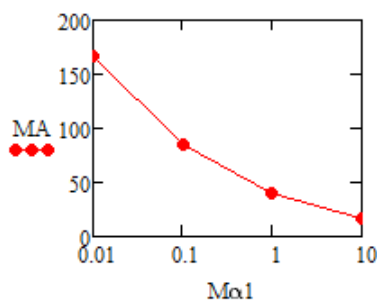
Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

Табл. 1. Таблица значений основных и дополнительных максимумов

α	Первый дополнительный	Основной	Второй дополнительный	Третий дополнительный
0		11	12	
0,01		11	13	
0,1	8	11	14	
1	5	11	18	33
10	0	11	22	33

Используя значения из Табл. 1, составим график зависимости основных максимумов от коэффициента $\alpha 1$:

**Рис. 11.** График зависимости основных максимумов от коэффициента $\alpha 1$, где $Ma1$ - значение коэффициента $\alpha 1$, MA - значения основных максимумов

Из Табл. 1 видно, что дополнительные максимумы с ростом $\alpha 1$ «разбегаются» от основного максимума.

Список литературы

1. Блази В. Строительная физика: справочник проектировщика. М.: Техносфера, 2005. 536 с.
2. Гусев Н. М. Основы строительной физики: учебник для вузов. М.: Стройиздат, 1975. 440 с.
3. Макаров Е. Инженерные расчеты в MathCAD 14. СПб.: Питер, 2007. 592 с.

УДК 004:530.145.61

Владимир Николаевич Нестеров, Иван Владимирович Нестеров, Дарья Олеговна Коркоцкая
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГАРМОНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ И ФУРЬЕ АНАЛИЗ[©]

Учет возникновения колебаний в различных строительных конструкциях имеет большое значение. Так, например, пренебрежение таким явлением привело к разрушению Такомского моста (штат Вашингтон, США, 1940 г.). К аналогичной катастрофе чуть не привели колебания Волгоградского моста (Волгоград, Россия, 2010 г.). В связи с этим актуальна задача моделирования и анализа колебательных систем.

Рассмотрим вынужденные гармонические колебания следующего вида

$$y''(t) + 2\delta 1 \cdot y'(t) + \omega^2 \cdot y(t) = \cos(\omega f \cdot t)$$

Выбираем начальные условия $y(0)=0$, $y'(0)=0$, где y - начальное положение, y' - начальная скорость, выберем коэффициент затухания $\delta 1=0.05$, собственную частоту колебаний $\omega=0.5$, частоту вынуждающей силы $\omega f=1$. С помощью блока *Given-Odesolve* решаем дифференциальное уравнение вынужденных колебаний. В результате получаем график временной зависимости смещения гармонического осциллятора (Рис. 1).

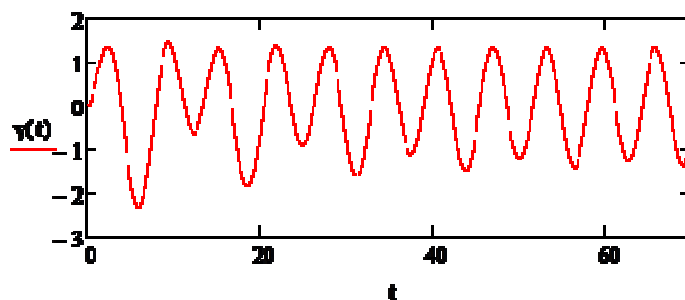


Рис. 1. График временной зависимости смещения гармонического осциллятора при циклической частоте вынуждающей силы $\omega f=1$

Из полученной функции формируем массив смещений гармонического осциллятора с временным шагом $i=0.01$ (Рис. 2).

	0
0	0
1	$2.052 \cdot 10^{-4}$
2	$4.283 \cdot 10^{-4}$
3	$6.874 \cdot 10^{-4}$
4	$1 \cdot 10^{-3}$
5	$1.385 \cdot 10^{-3}$
6	$1.86 \cdot 10^{-3}$
7	$2.443 \cdot 10^{-3}$
8	$3.148 \cdot 10^{-3}$
9	$3.973 \cdot 10^{-3}$
10	$4.914 \cdot 10^{-3}$
11	$5.966 \cdot 10^{-3}$
12	$7.124 \cdot 10^{-3}$
13	$8.381 \cdot 10^{-3}$
14	$9.734 \cdot 10^{-3}$
15	...

Рис. 2. Массив смещений гармонического осциллятора при циклической частоте вынуждающей силы $\omega f=1$

Для проверки строим график функции, задаваемой этим массивом. Для этого, используя значения, полученные в результате формирования массива, строим график зависимости $M_{yi}=f(i \cdot 0.01)$ (Рис. 3).

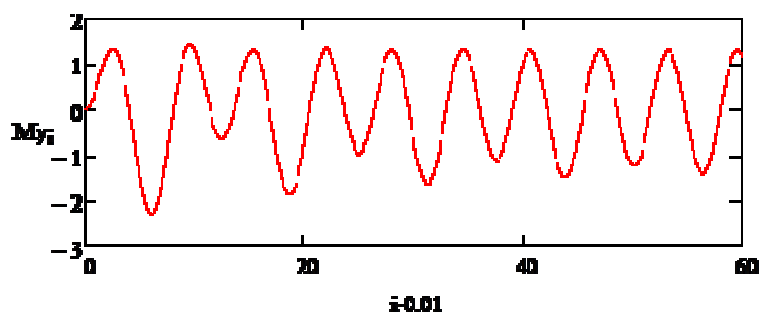


Рис. 3. График временной зависимости смещения гармонического осциллятора, полученный по массиву (Рис. 2) при циклической частоте вынуждающей силы $\omega f=1$

Для выяснения частотного спектра полученных колебаний проводим прямое преобразование Фурье с помощью функции `cfft`. В результате получаем массив комплексных значений коэффициентов Фурье f (Рис. 4).

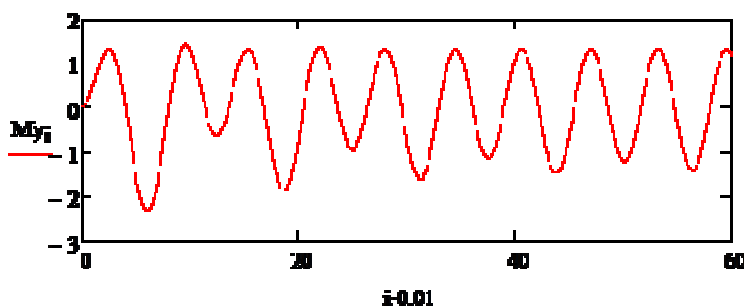


Рис. 4. Массив комплексных значений коэффициентов Фурье при циклической частоте вынуждающей силы $\omega f=1$

Строим график модуля функции $|f_j|$ (Рис. 5).

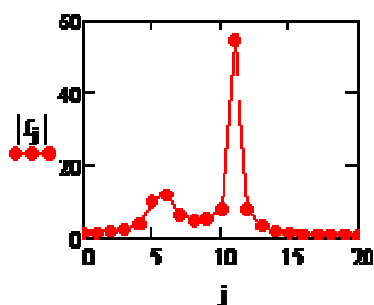


Рис. 5. График модуля функции коэффициентов Фурье f_j при циклической частоте вынуждающей силы $\omega f=1$

С помощью оператора `Trace` находим на графике $|f_j|$ (Рис. 5) максимальные значения частот, с помощью оператора `Trace` находим максимальное значение $y(t)$ по графику (Рис. 1).

Из сравнения следует, что периоды колебаний, определенные по графику временной зависимости, близки к периоду, определенным по графику, полученному с помощью преобразований Фурье.

Аналогично получаем графики временной зависимости $y(t)$ (Рис. 6, 11), массивы M_x (Рис. 7, 12), графики M_{y_i} (Рис. 8, 13), F_j (Рис. 10, 15) для случаев вынуждающей силы $\omega f=0.5$, $\omega f=2$.

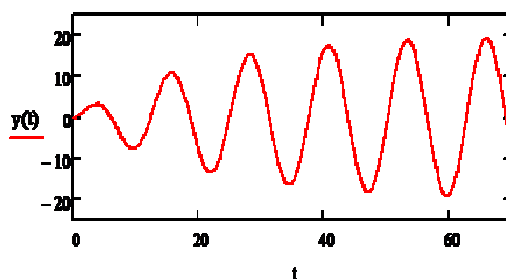


Рис. 6. График временной зависимости смещения гармонического осциллятора при циклической частоте вынуждающей силы $\omega f=0.5$

	0
0	0
1	$2.051 \cdot 10^{-4}$
2	$4.282 \cdot 10^{-4}$
3	$6.873 \cdot 10^{-4}$
4	$1 \cdot 10^{-3}$
5	$1.386 \cdot 10^{-3}$
6	$1.861 \cdot 10^{-3}$
7	$2.444 \cdot 10^{-3}$
8	$3.149 \cdot 10^{-3}$
9	$3.975 \cdot 10^{-3}$
10	$4.918 \cdot 10^{-3}$
11	$5.971 \cdot 10^{-3}$
12	$7.13 \cdot 10^{-3}$
13	$8.39 \cdot 10^{-3}$
14	$9.746 \cdot 10^{-3}$
15	...

Рис. 7. Массив смещений гармонического осциллятора при циклической частоте вынуждающей силы $\omega f=0.5$

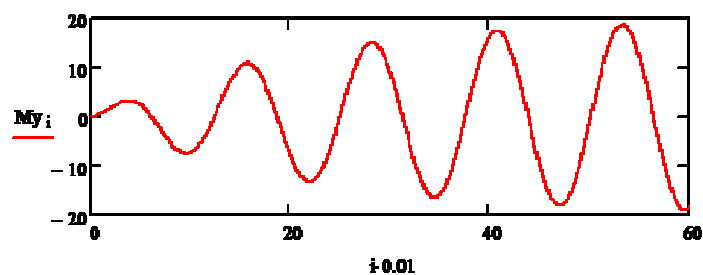


Рис. 8. График временной зависимости смещения гармонического осциллятора, полученный по массиву (Рис. 7) при циклической частоте вынуждающей силы $\omega f=0.5$

	0
0	41.721
1	$43.175 - 5.649i$
2	$48.253 - 12.991i$
3	$60.253 - 25.679i$
4	$94.102 - 57.807i$
5	$329.709 - 220.579i$
6	$-460.496 - 8.968i$
7	$-85.765 + 13.118i$
8	$-42.481 + 15.796i$
9	$-27.097 + 14.482i$
10	$-19.318 + 12.915i$
11	$-14.671 + 11.558i$
12	$-11.613 + 10.436i$
13	$-9.466 + 9.506i$
14	$-7.889 + 8.729i$
15	...

Рис. 9. Массив комплексных значений коэффициентов Фурье при циклической частоте вынуждающей силы $\omega f=0.5$

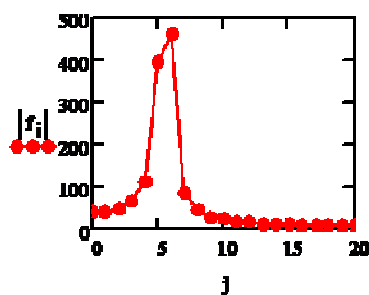


Рис. 10. График модуля функции коэффициентов Фурье f_j при циклической частоте вынуждающей силы $wf=0.5$

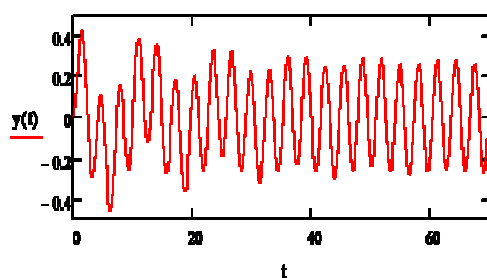


Рис. 11. График временной зависимости смещения гармонического осциллятора при циклической частоте вынуждающей силы $wf=2$

	0
0	0
1	$2.054 \cdot 10^{-1}$
2	$4.287 \cdot 10^{-4}$
3	$6.877 \cdot 10^{-4}$
4	$1.001 \cdot 10^{-3}$
5	$1.385 \cdot 10^{-3}$
6	$1.859 \cdot 10^{-3}$
7	$2.44 \cdot 10^{-3}$
8	$3.143 \cdot 10^{-3}$
9	$3.965 \cdot 10^{-3}$
10	$4.902 \cdot 10^{-3}$
11	$5.948 \cdot 10^{-3}$
12	$7.098 \cdot 10^{-3}$
13	$8.346 \cdot 10^{-3}$
14	$9.687 \cdot 10^{-3}$
15	...

Рис. 12. Массив смещений гармонического осциллятора при циклической частоте вынуждающей силы $wf=2$

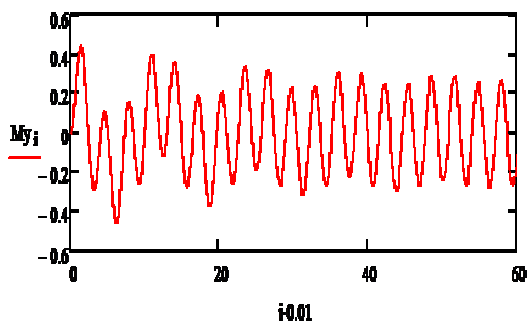


Рис. 13. График временной зависимости смещения гармонического осциллятора, полученный по массиву (Рис. 12) при циклической частоте вынуждающей силы $wf=2$

	0
0	-0.159
1	-0.155-0.112i
2	-0.14-0.251i
3	-0.094-0.46i
4	0.087-0.861i
5	1.311-1.616i
6	1.981+1.58i
7	0.378+1.255i
8	0.068+0.903i
9	-0.038+0.726i
10	-0.092+0.627i
11	-0.128+0.568i
12	-0.155+0.534i
13	-0.181+0.517i
14	-0.208+0.515i
15	...

Рис. 14. Массив комплексных значений коэффициентов Фурье при циклической частоте вынуждающей силы $\omega f=2$

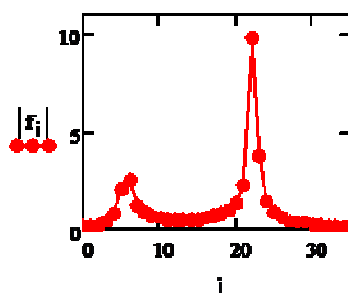


Рис. 15. График модуля функции коэффициентов Фурье f_j при циклической частоте вынуждающей силы $\omega f=2$

Выводы

1. График модулей f_j коэффициентов Фурье позволяет определить по его максимумам частоты установившихся вынужденных колебаний и частоты переходного процесса.
2. Полученная процедура обработки данных по гармоническим колебаниям может быть применена для более сложных видов колебаний.

Список литературы

1. Блази В. Строительная физика: справочник проектировщика. М.: Техносфера, 2005. 536 с.
2. Макаров Е., Инженерные расчеты в MathCAD 14. СПб.: Питер, 2007. 592 с.
3. Трофимова Т. И. Курс физики: учеб. пособие для вузов. Изд. 9-е, перераб. и доп. М.: Издательский центр «Академия», 2004. 506 с.

УДК 004:530.145.61

Владимир Николаевич Нестеров, Иван Владимирович Нестеров, Андрей Евгеньевич Поляков
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ СВОЙСТВ ВЕЙВЛЕТОВ МХАТ ТИПА[©]

Колебательные процессы наиболее удобно анализировать с помощью вейвлетов МХАТ типа. Но, прежде чем приступить к анализу колебаний, необходимо уточнить свойства самих вейвлетов МХАТ типа. Как известно, вейвлет МХАТ типа конструируется на основе второй производной функции Гаусса и имеет вид:

$$\psi(t, a, b) := \frac{K}{\sqrt{a}} \cdot \exp\left[-\left(\frac{t-b}{a}\right)^2\right] \cdot \left[1 - 2 \cdot \left(\frac{t-b}{a}\right)^2\right],$$