

А.Н. БОРИСЕНКО, канд. техн. наук, **П.С. ОБОД**, аспирант,
Е.В. ХАЛАНСКАЯ, **Н.С. БОГОМОЛОВА**

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕВИАЦИИ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ ВАЛА ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА И ПОЛУЧЕНИЕ ИНФОРМАТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ДИАГНОСТИКИ НА БАЗЕ ГИСТОГРАММНОГО АНАЛИЗА

У статті пропонується після обробки тахограми кутової швидкості валу агрегату скласти гістограми та криві, що згладжуються, за Пирсоном, а далі асиметрію та ексцес використовувати в якості діагностичних ознак.

We propose build histogram and smoothing curves by Pyrson after processing of shaft angular velocity, and use asymmetry and excess as diagnostic parameters in next.

Постановка проблемы: Развитие железнодорожного транспорта и увеличение выполняемого им грузооборота требует неуклонного повышения технико-экономических и эксплуатационных показателей тепловозных энергетических агрегатов.

Взаимосвязь технического состояния и девиации угловой скорости вращения коленчатого вала предоставляет возможность диагностики неработоспособных цилиндров по указанному параметру.

Анализ литературы: В рассмотренных источниках литературы диагностирование дизелей производится либо по сигналам множества датчиков режимных параметров агрегата либо по сигналу датчика неравномерности вращения вала. [1-6]

Цель статьи: Разработка имитационной модели девиации угловой скорости коленчатого вала дизель-генератора, а также получение информативного параметра из реального сигнала и его модели.

В процессе анализа диаграмм неравномерностей вращения коленчатого вала с целью установить зависимости и значения величин, по которым будет возможно определять неисправности в результате исследования были проведены следующие шаги:

- построение модели сигнала неравномерностей вращения коленчатого вала, с использованием разложения в ряд Фурье имеющихся реализаций;
- анализ гистограмм по коэффициентам эксцесса и асимметрии, обработка диаграмм методом наименьших квадратов.

Для моделирования был проведен анализ в математическом пакете Matlab. Была разработана программа, в которой вводился периодический сигнал и для него были рассчитаны несколько десятков коэффициентов

Фурье.

Тригонометрический ряд Фурье для функции, интегрируемой на отрезке $(1; n)$, имеет следующий вид:

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^n (a_k \cos kx + b_k \sin kx)$$

Коэффициенты тригонометрического ряда Фурье называют коэффициентами Фурье и вычисляют по формулам Эйлера-Фурье:

$$a_k = \sum_{i=0}^{n-1} f(x) \cos k \frac{i \cdot \pi}{n/2}, \quad b_k = \sum_{i=0}^{n-1} f(x) \sin k \frac{i \cdot \pi}{n/2}$$

Далее приведен код реализации нахождения коэффициентов Фурье:

```
%poboQuality – дискретность шага
%y - матрица значений
%numAB - количество коэффициентов
function R=pobo_fourier(y,numAB,poboQuality)
sizeTemp = size(y,2);
n = poboQuality;
poboStep = sizeTemp / n;
for k = 0:numAB -1

    %init of A(k+1) for further change
    %we use k+1 for avoidance from 0-element in matrix
    R(k+1,1) = 0;
    R(k+1,2) = 0;

    for i = 0:n-1
    % A
    poboCos = cos (k * (i * pi / (n / 2)));
    index = round(poboStep * i + 1);
    d = y(index) * poboCos;
    R(k+1,1) = R(k+1,1) + d;

    % B
    poboSin = sin (k * (i * pi / (n / 2)));
    d = y(index) * poboSin;
    R(k+1,2) = R(k+1,2) + d;
    end;

    R(k+1,1) = R(k+1,1) * 2 / n;
    R(k+1,2) = R(k+1,2) * 2 / n;
    end;
```

На рис.1, 2 приведены осциллограммы реального сигнала девиации на дизель-генераторе 10Д100. При этом рис. 2 соответствует исправному агрегату, а рис. 1 – агрегату с отключенным вторым цилиндром.

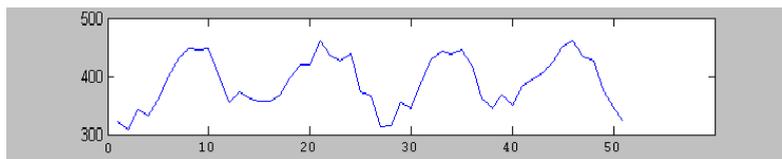


Рис. 1. Осциллограмма девиации угловой скорости при отключенном втором цилиндре

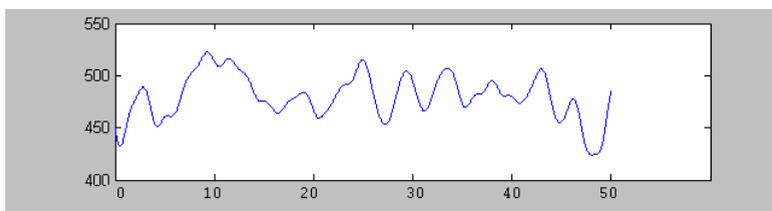


Рис. 2. Осциллограмма девиации угловой скорости на исправном агрегате

Первые двадцать коэффициентов Фурье приведены в табл. 1.

Таким образом. Реальный сигнал девиации угловой скорости вала аппроксимируется рядом Фурье с 20, 40 и 60 гармониками, что соответствует рис.3, 4 и 5.

Как показал расчет, оптимальное количество коэффициентов – 40, после этого количества коэффициенты существенно не влияют на результат функции моделирования, что видно из сравнения рис. 1-5.

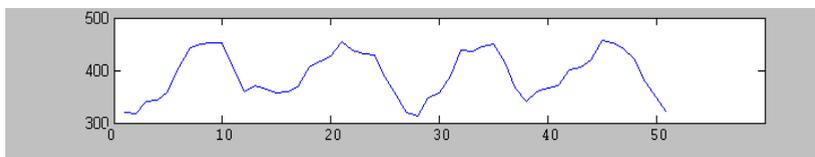


Рис. 3. Периодический сигнал с 20 коэффициентами

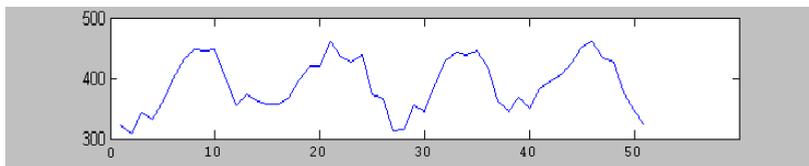


Рис. 4. Периодический сигнал с 40 коэффициентами

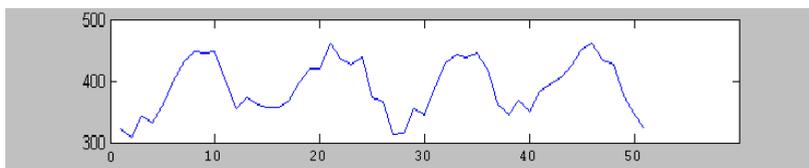


Рис. 5. Периодический сигнал с 60 коэффициентами

Таблица 1

	A		B	
	неработающий 2-й цилиндр	исправный	неработающий 2-й цилиндр	исправный
1	785,91	957,17	0,00	0,00
2	-1,67	-0,35	0,19	3,23
3	-9,90	-6,41	-7,09	2,24
4	-7,14	-2,75	3,39	1,60
5	-45,46	-9,89	-33,95	7,73
6	-3,23	-3,16	5,65	-1,22
7	2,38	-9,07	-8,37	2,77
8	-1,21	3,58	1,78	-3,27
9	-1,74	0,89	4,31	-2,66
10	0,23	4,05	6,20	-1,68
11	-0,54	-0,14	-3,35	4,60
12	-0,35	1,36	-0,61	0,19
13	-0,72	1,87	2,41	1,33
14	-1,40	-1,86	2,84	4,66
15	-5,15	2,56	-4,42	2,98
16	-1,50	-4,01	0,77	-4,66
17	2,83	-0,55	0,11	1,29
18	2,03	-0,65	-2,06	3,23
19	1,80	0,09	1,71	2,05
20	-2,73	-7,17	-4,73	0,40

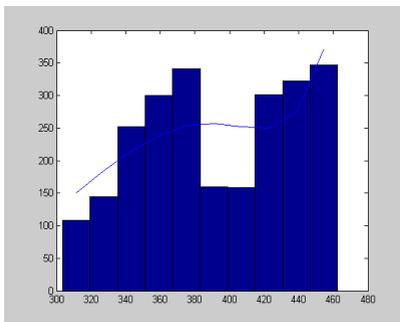
Следовательно. Математической моделью реального сигнала девиации

будем считать полигармонический периодический сигнал с 40 гармониками.

При таком количестве коэффициентов реализация цифровой модели на элементах схемотехники является нецелесообразным. Было принято решение на данном этапе ограничиться математическим моделированием на базе пакета *Matlab* (в т.ч. *Simulink*).

Следующим этапом исследования были анализ диаграмм, обработки гистограмм методом наименьших квадратов и расчет коэффициентов асимметрии и эксцесса.

Были проанализированы диаграммы неравномерностей вращения коленчатого вала дизеля для режима с одним отключенным цилиндром и полностью рабочими цилиндром (Далее приведены гистограммы: слева для реального сигнала, а справа – для аппроксимирующего сигнала).



$$k = -0.1194 \quad j = -1.2270$$

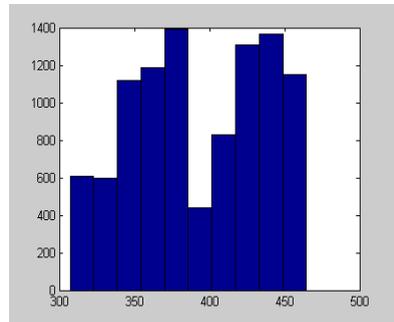
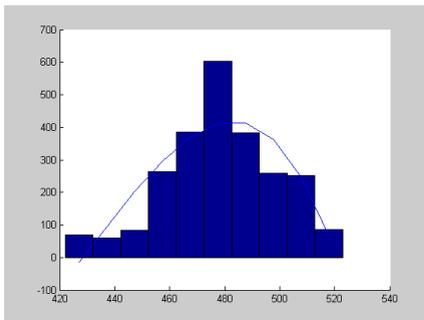


Рис. 6 (отключен второй цилиндр)



$$k = -0.2972 \quad j = -0.0216$$

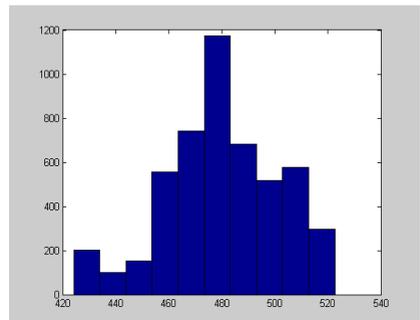


Рис. 7 (штатный режим)

На рис. 1-5 по оси абсцисс отложен номер точки отсчета, а не оси ординат – мгновенная угловая скорость коленчатого вала в об/мин. На рис. 6,

7 по оси абсцисс отложена угловая скорость вала в об/мин, а по оси ординат – количество точек. Соответствующих данной угловой скорости вала.

$$k = \frac{\sqrt{n}}{\sqrt{(n-1)^3 \cdot (G_x)^3}} \sum_{i=1}^n (x_i - m_x)^3,$$

$$j = \frac{n}{(n-1)^2 \cdot (G_x)^4} \sum_{i=1}^n (x_i - m_x)^4 - 3.$$

Где n -число измерений; x_i – i -я измеряемая величина; m_x - математическое ожидание измеренной величины; G_x – среднеквадратическое отклонение измеренной величины.

Полученные данные показали, что по коэффициентам асимметрии и эксцесса практически возможно установить неисправность. Кроме того, анализируя гистограммы, можно сделать вывод, что в случае исправного агрегата распределения унимодальные, а при наличии неисправного цилиндра – бимодальные.

Выводы. 1) разработана математическая модель реального сигнала девиации угловой скорости вала в виде периодического полигармонического сигнала; 2) установлено, что для решения задач диагностики число гармоник этого сигнала должно быть не менее 40. в этом случае гистограмма, а также коэффициенты асимметрии и эксцесса для реального и аппроксимирующего сигналов мало отличаются друг от друга.

Список литературы: 1. *Станиславский Л.В.* Техническое диагностирование дизелей.- Киев, Донецк // Вища школа. Главное издательство, 1983. – 135с. 2. *Ле Ван Дием.* Модели и алгоритмы технического диагностирования силовых дизельных установок в процессе эксплуатации.-Автореф. дисс. на соискание ученой степени кандидата технических наук.-Санкт-Петербург, 2006г.-24стр. 3. *Марченко Б.Г., Мыслович М.В.* Теория диагностики энергоагрегатов по девиации вращающихся узлов и ее практическая реализация на дизель-электрических генераторах. Часть 1. Модели динамики цилиндрических мощностей на валу дизель-электрического генератора.//Техн. электродинамика. – 1998. - №5 – с.36-40. 4. *Марченко Б.Г., Мыслович М.В.* Теория диагностики энергоагрегатов по девиации вращающихся узлов и ее практическая реализация на дизель-электрических генераторах. Часть 2. Построение оценок линейных ПКСП, описывающих динамику цилиндрических мощностей на валу дизель-электрического генератора.//Техн. электродинамика.-1998.- №6.-с.39-42. 5. *Марченко Б.Г., Мыслович М.В.* Теория диагностики энергоагрегатов по девиации вращающихся узлов и ее практическая реализация на дизель-электрических генераторах. Часть 3. Физическая конкретизация параметров модели и имитационное моделирование динамики цилиндрических мощностей на валу дизель-электрического генератора.//Техн. электродинамика. – 1999. - №1. – с. 59-63. 6. *Марченко Б.Г., Мыслович М.В.* Теория диагностики энергоагрегатов по девиации вращающихся узлов и ее практическая реализация на дизель-электрических генераторах. Часть 4. Экспериментальная проверка методики диагностики цилиндро-поршневой группы дизель-электрического генератора.//Техн. электродинамика. – 1999. - №4. – с. 40-45.

Поступила в редколлегию 30.05.08

В.В. ГОРБАЧЁВ, канд. техн. наук НТУ "ХПИ" (г. Харьков)
С.Ю. ГАВРИЛЕНКО, канд. техн. наук НТУ "ХПИ" (г. Харьков)
В.А. КРЫЛОВА, ассистент НТУ "ХПИ" (г. Харьков)

МЕТОДЫ АДАПТИВНОГО КОДИРОВАНИЯ ДЛЯ КАНАЛОВ С ИЗМЕНЯЮЩИМИСЯ ПАРАМЕТРАМИ

В статті розглянуті методи адаптивного кодування для каналів з параметрами, що змінюються, для підвищення надійності і достовірності передачі інформації. Одержані для кожного з запропонованих методів аналітичні вирази, що визначають імовірнісні оцінки ступеня адаптації. Зроблені висновки, а також намічені перспективи подальших досліджень

In the article the methods of the adaptive encoding are considered for ducting with changing parameters for the increase of reliability and authenticity of information transfer. Analytical expressions determining the probabilistic estimations of degree of adaptation are got for each of the offered methods. The conclusions are made, and also the prospect further researches are planned.

Постановка проблемы. Защита ошибок является одним из основных свойств любой информационной системы и представляет собой совокупность методов и средств обеспечения требуемых значений достоверности при передаче данных по каналам первичной сети связи. В реальных каналах с помощью помехоустойчивого кодирования не всегда удается выполнить предъявляемые к системе требования по вероятностям $P_{\text{ош.кк}}$ и $P_{\text{ст.кк}}$ при технических реализуемых длинах кодовой комбинации n . Это объясняется тем, что в реальных каналах ошибки имеют тенденцию к группированию в длинные пачки, а методы кодирования становятся эффективными лишь при значениях n значительно больших, чем длины вероятных пачек. Однако большие значения n требуют исправления ошибок большой кратности t . В этих условиях целесообразно использовать методы адаптивного кодирования. К классу адаптивных относятся системы передачи данных с обратной связью, которые, адаптивно подстраиваясь под качество канала, изменяют показатели энергетического выигрыша от кодирования.

В настоящее время для систем передачи при малых требуемых значениях энергетического выигрыша от кодирования (ЭВК 3...3,5 дБ) с помощью существующей микропроцессорной техники можно практически реализовать все основные методы кодирования и алгоритмы декодирования. В месте с тем существуют определенные трудности создания универсальных методов повышения достоверности, связанные с тем, что требования к вероятности ошибки для различных служб связи вирируются в широком диапазоне от $P_0 \leq 10^{-4}$ для передачи речи до $P_0 \leq 10^{-10}$ при передаче видеoinформации. Это требует, в свою очередь рассмотрения в данной статье