

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ НА ВЫХОДЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА ДАТЧИКА НАГРУЗКИ НА БАЗЕ МАГНИТОУПРУГОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Чичикало Н.И.

Донецкий государственный технический университет

Abstract

Chichikalo N.I. The spectral analysis of the target characteristics of gauges of loading carried out on the basis of data processing as a result of numerous experimental researches allows to establish influence harmonic of components on distortion of a target signal and to put the requirements for development of filters.

Спектральный анализ выходных характеристик датчиков нагрузки, проведенный на основании обработки данных в результате многочисленных экспериментальных исследований позволяет установить влияние гармонических составляющих на искажение выходного сигнала и поставить требования для разработки фильтров.

Экспериментально получена двумерная характеристика выходного напряжения от входного : $U_{вых} = f(U_{вх}, P)$ при разных начальных условиях.

Считываем из файла матрицу двумерной характеристики :

$M := \text{READPRN}(\text{datch } \text{dat})$

$N = \text{rows}(M) - 1$

$k_5 = 0..N$

$k_6 = 1.. \text{cols}(M) - 1$

$P_{k_5 k_6} = M_{k_5 k_6}$

M =

	0	1	2	3	4	5	6
0	0	0	0	0	0	0	0
1	5	0.55	0.7	1.1	1.4	1.5	1.9
2	10	1.1	1.55	2.3	3	3.2	4.3
3	15	1.6	2.4	3.5	4.6	5	6.7
4	20	2	3.04	4.6	6.1	6.9	8.9
5	25	2.3	3.45	5.4	7.3	8.7	10.8
6	30	2.4	3.7	6	8.2	10.1	12.2
7	35	2.35	3.8	6.35	8.8	11	13.2
8	40	2.1	3.7	6.5	9.1	11.5	13.8
9	45	1.7	3.45	6.4	9	11.5	13.9
10	50	1.1	3	5.8	8.5	11	13.6

P

Построим зависимости по данным исходной матрицы (см. рис. 1, 2) :

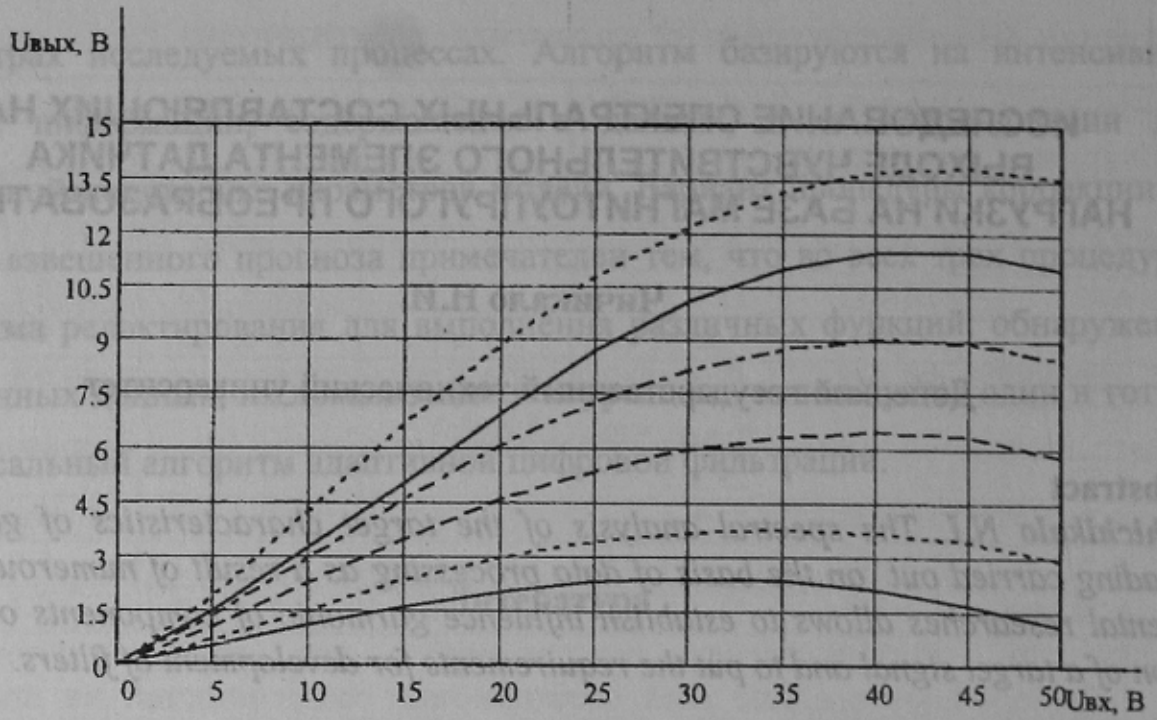


Рисунок 1 — Зависимость $U_{\text{вых}}=f(U_{\text{вх}})$ при разных начальных условиях нагружения

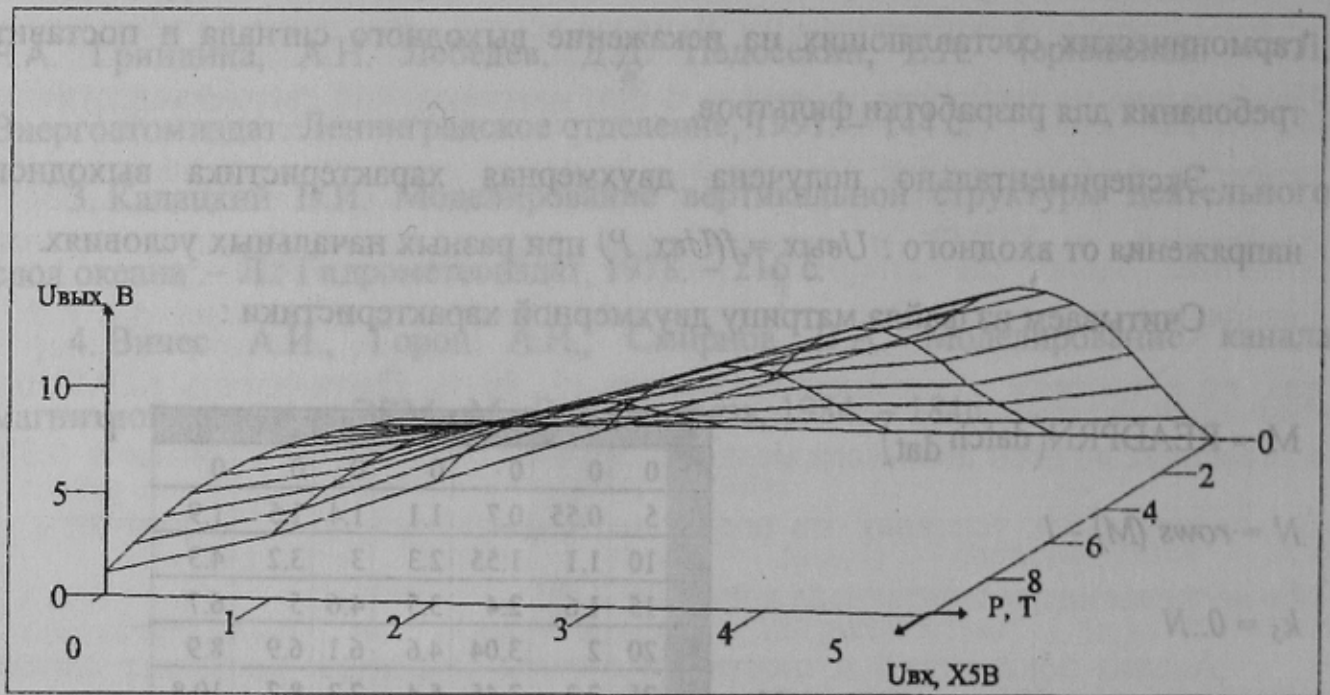


Рисунок 2 — Двумерная характеристика $U_{\text{вых}} = f(U_{\text{вх}}, P)$

Для анализа спектральных составляющих выходного сигнала экспериментальные данные аппроксимируем двумерным полиномом. Составим матрицу коэффициентов.

$$K = 1..6, \quad m = 0..N, \quad l = 0..6N + 5$$

$$A_{1,(k-1)(n-1)+m} = (M_{\text{mod}(1,N+1),0})^m \cdot (0.5 \cdot \text{floor}(\frac{1}{N+1}))^{k-1}$$

Составим столбец свободных членов : $A_{s_1} = M_{\text{mod}(1,N+1), \text{floor}(\frac{1}{N+1})+1}$

Решая уравнение, найдем столбец коэффициентов полинома : $A_r = A^{-1} \cdot A_s$

Представим функцию зависимости выходного напряжения от входного и нагрузки:

$$f(u, p) = \left[\sum_{k=1}^6 \left[\sum_{m=0}^N (A_{r_{(k-1)(N+1)+m}} \cdot (|u|^{m+1} \cdot p^{k-1})) \right] \right] \cdot ((u \geq 0) - (u < 0))$$

При частоте сети $f_n = 50 \text{Гц}$ и действующем значении входного напряжения $U_m = 30 \text{В}$

Если входной сигнал $f_{vx}(u, t) = \sqrt{2} \cdot u \cdot \cos(2\pi \cdot f_n \cdot t)$

тогда напряжение на выходе: $f_{vix}(u, p, t) = f(f_{vx}(u, t), p)$,

а действующее напряжение на выходе : $f_{vixd}(u, p) = \sqrt{\int_0^{\frac{1}{f_n}} f_{vix}(u, \tau, p)^2 d\tau} \cdot f_n$

Запишем формулу для расчета коэффициента комплексного ряда Фурье :

$$C(n, u, p) = f_n \cdot \int_0^{\frac{1}{f_n}} f_{vix}(u, \tau, p) \cdot \exp(-i \cdot 2 \cdot \pi \cdot n \cdot f_n \cdot \tau) d\tau \text{ при масштабном}$$

коэффициенте нагрузки : $k = 0,2, 0,5 \dots 5$, построим зависимость (см. рис. 3)

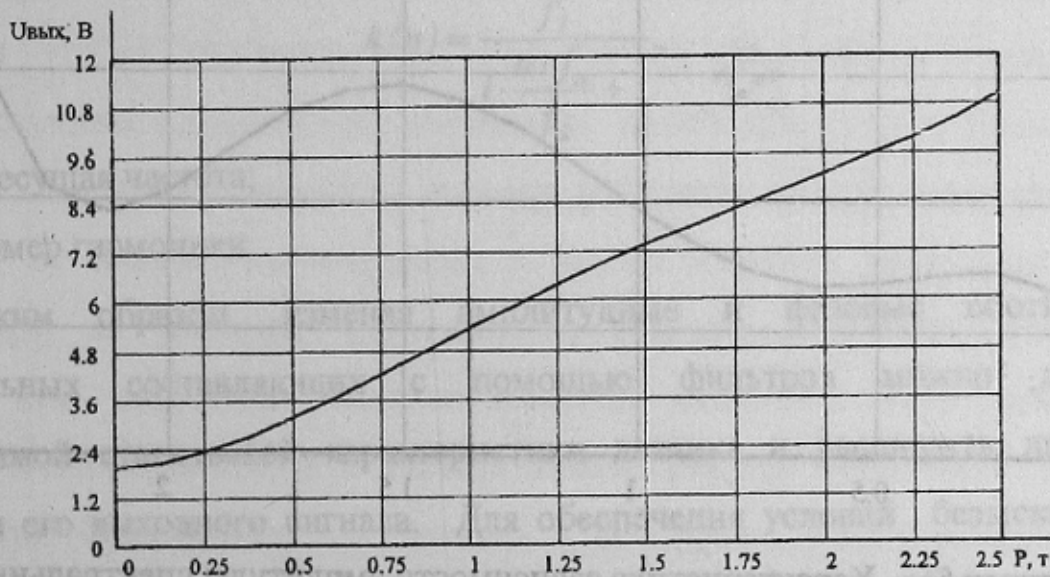


Рисунок 3 — Зависимость $U_{\text{вых}} = f(P)$

Построим характеристики зависимости амплитуды спектральных составляющих от нагрузки первой (см. рис 4), третьей (см. рис. 5) и пятой гармоника (см. рис. 6):

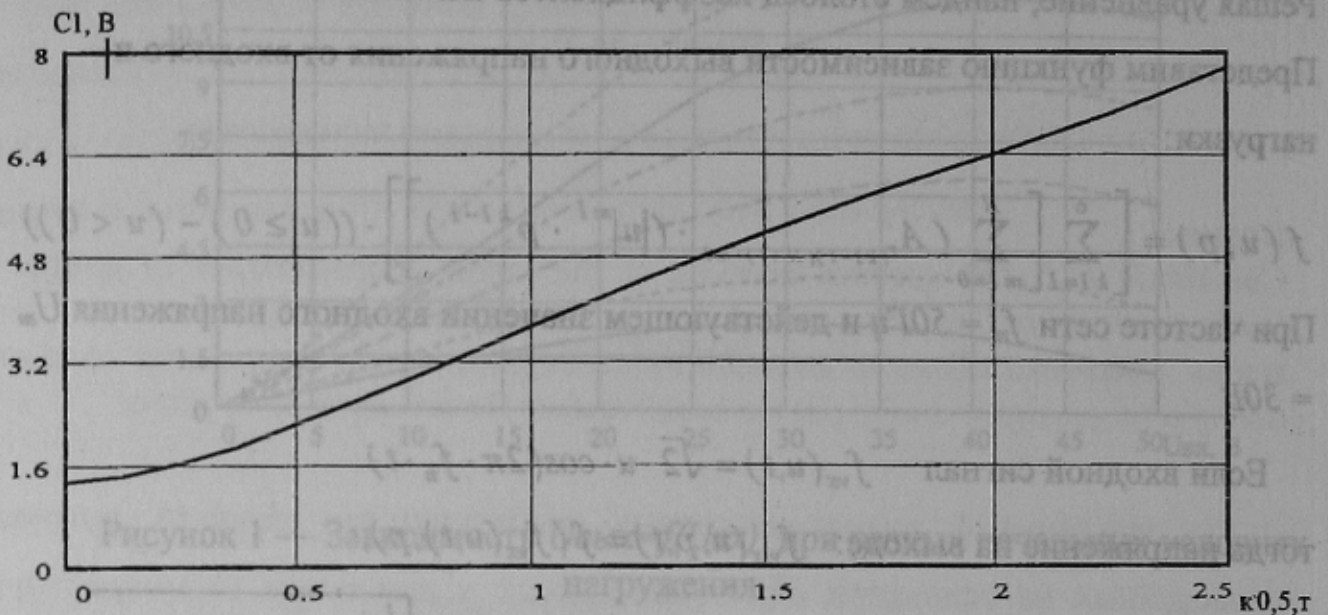


Рисунок 4 — Характеристика зависимости амплитуды спектральных составляющих от нагрузки для первой гармоники

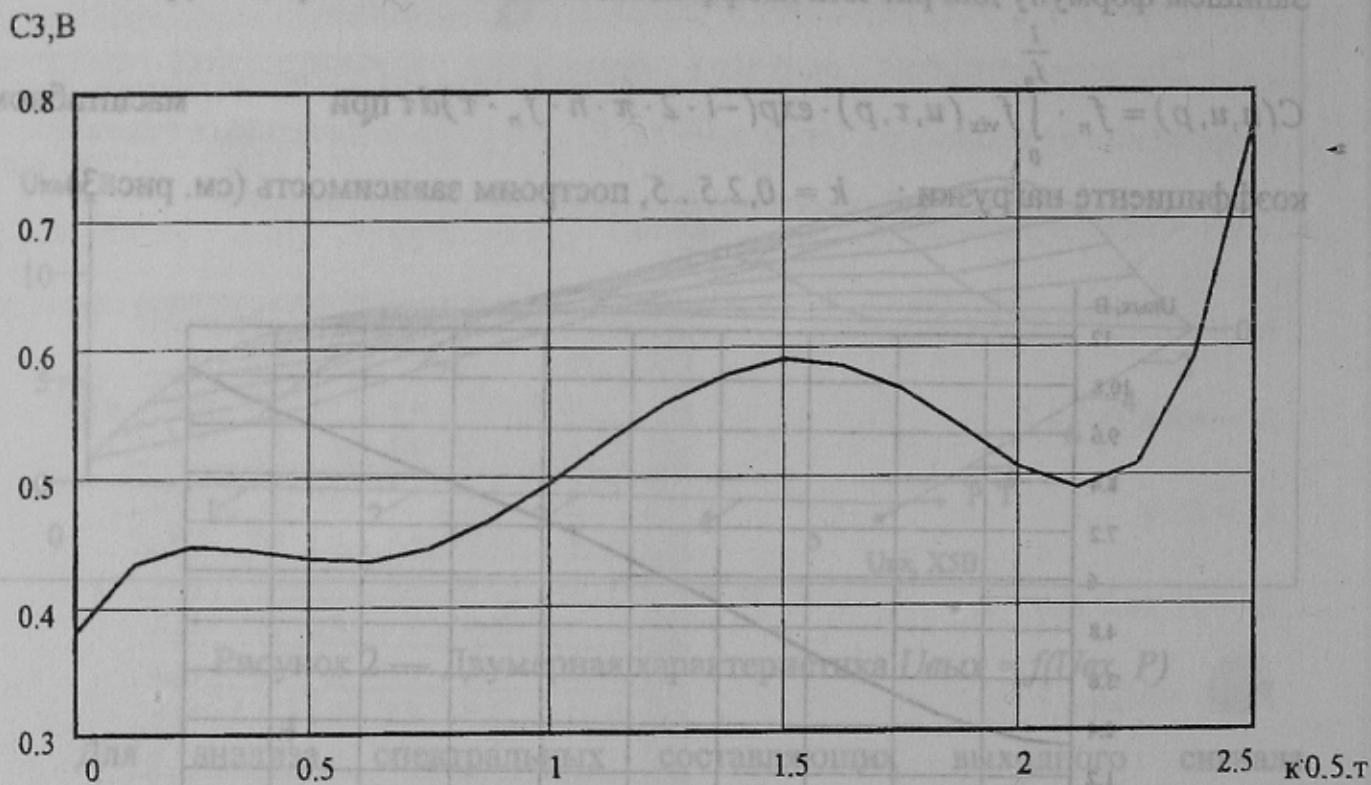


Рисунок 5 — Характеристика зависимости амплитуды спектральных составляющих от нагрузки для третьей гармоники

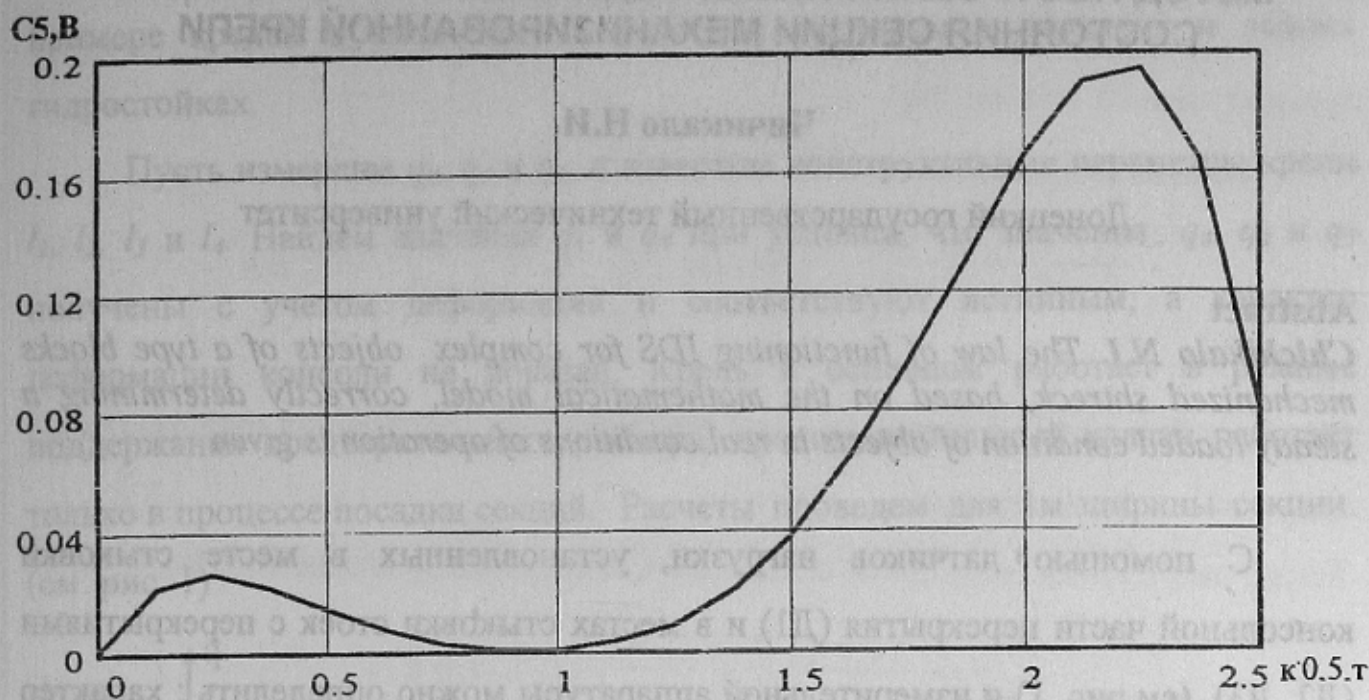


Рисунок 6 — Характеристика зависимости амплитуды спектральных составляющих от нагрузки для пятой гармоники

На основании выполненного анализа можно сделать вывод, что спектральные составляющие по разному влияют при разных нагрузках на выходной сигнал, так как экстремум находится в разных точках. Пусть верхняя и нижняя граничные частоты фильтра соответственно : f_1 , f_2 . Тогда коэффициент передачи будет :

$$k(n) = \frac{i \cdot \frac{n \cdot f_n}{f_1} + 1}{i \cdot \frac{n \cdot f_n}{f_2} + 1}$$

где f_n - несущая частота;

n - номер гармоники

Таким образом, изменяя амплитудные и фазовые соотношения спектральных составляющих с помощью фильтров можно добиться необходимой статической характеристики датчика и расширить линейный диапазон его выходного сигнала. Для обеспечения условий безыскаженной передачи информации необходимо синтезировать фильтр, обеспечивающий требуемый выходной сигнал датчика.