

Домашнее задание №2 по дисциплине УТС.
Студент группы ИУ2-74 Артюхов Ф.Ф.Вариант 0

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПРЕДЕЛЬНОГО ЦИКЛА МЕТОДОМ ГАРМОНИЧЕСКОЙ ЛИНЕАРИЗАЦИИ

Выявить возможность возникновения в нелинейной системе автоколебательных режимов и, если они возможны, получить оценки их параметров позволяет метод гармонического баланса. Один из графоаналитических методов решения уравнений гармонического баланса в частотной области носит название метода фазовой границы устойчивости (ФГУ). Используется система алгебраических уравнений баланса амплитуд и фаз

$$L(\omega) = L_H(a, \omega); \phi(\omega) = \theta_H(a, \omega), \tag{1}$$

где $L(\omega) = 20 \lg |W(j\omega)|$ - ЛАЧХ линейной части системы; $\phi(\omega)$ - ЛФЧХ линейной части, $L_H(a, \omega) = -20 \lg |K(a, \omega)|$ - логарифмический обратный эквивалентный коэффициент передачи нелинейной части системы; $\theta(a, \omega) = -\pi - \arg(K_H(a, \omega))$ - логарифмическая обратная эквивалентная фазовая характеристика нелинейной части системы.

Структура нелинейной системы имеет вид, показанный на рис. 1.

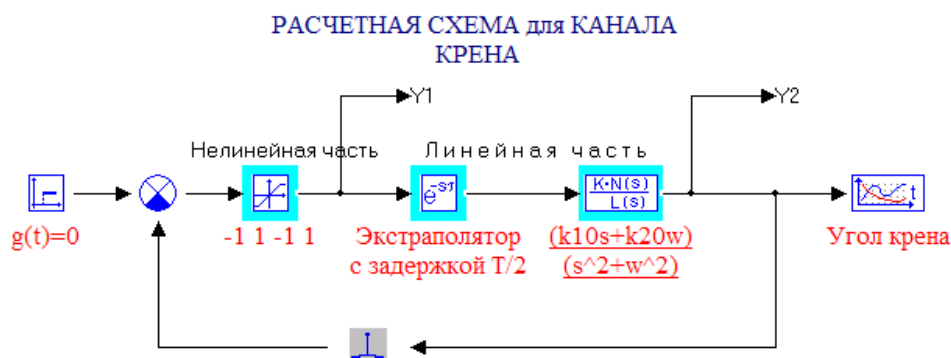


Рис.1. Расчетная схема метода гармонического баланса

Передаточная функция линейной части:

$$W(s) = \frac{k_{10}s + k_{20}\Omega}{s^2 + \Omega^2} \cdot \exp(-\tau s).$$

Нелинейное звено:

$$f(x) = \begin{cases} m-1, & x \geq 1; \\ 0, & x < 1. \end{cases}$$

Параметры модели системы:

$$k_{10} = 0.01c^{-1}; k_{20} = 0.02c^{-1}; \Omega = 0.001c^{-1};$$

$$\tau = \frac{T}{2} = (200 + 15N) c.$$

Здесь N- номер варианта

Процедура построения ФГУ состоит из нескольких этапов:

1. Построение логарифмических амплитудной и фазовой частотных характеристик линейной части системы $L(\omega)$, $\phi(\omega)$. (см. рис.2)
2. Непосредственное построение ФГУ. При однозначных нелинейных характеристиках ФГУ представляет собой **отрезок прямой, лежащей на линии значений фаз, равных -90°** . Точка пересечения графиком ФЧХ этой прямой определяет частоту автоколебаний ω_n .
3. Вычисление коэффициентов гармонической линеаризации и построение графиков $L_H(a)$ (см. рис.3).
4. Определение существования в системе устойчивых предельных циклов (см. рис.4)
5. Анализ устойчивости предельных циклов и определение параметров автоколебаний a_n, ω_n . (см.табл. 1)

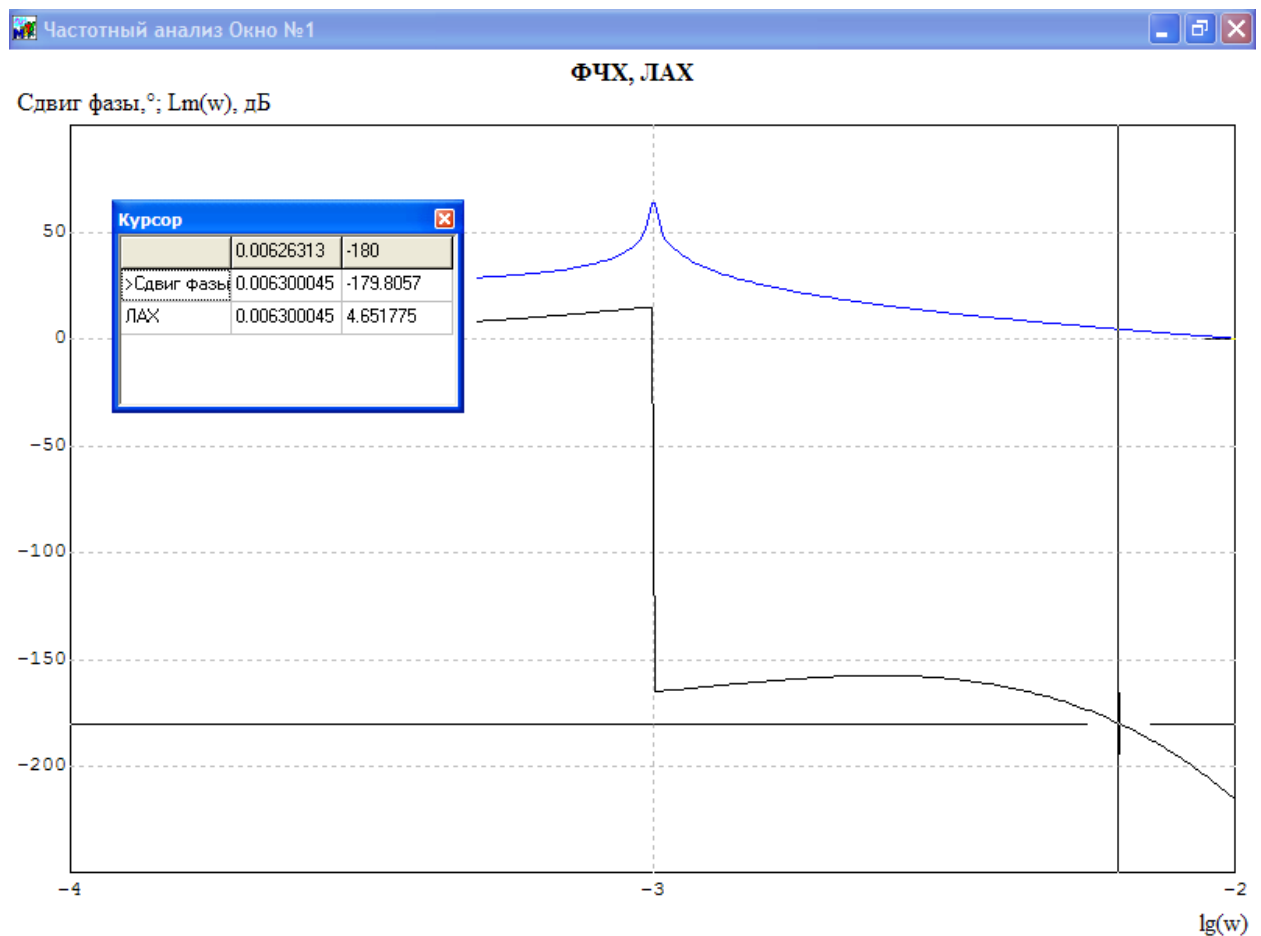


Рис.2. ЛАФЧХ линейной части при $T/2=200$ с

Для звеньев с типовыми нелинейными характеристиками эквивалентный комплексный коэффициент усиления $K(a, \omega)$ является функцией только амплитуды и его определяют используя систему алгебраических уравнений баланса амплитуд и фаз (1).

Пример. Рассмотрим систему с нелинейной характеристикой типа насыщения. Приведенные коэффициенты гармонической линеаризации

$$\bar{q}(\bar{a}) = 1, \quad \bar{a} < 1;$$

$$\bar{q}(\bar{a}) = \frac{2}{\pi} \left(\arcsin \frac{1}{\bar{a}} + \frac{1}{\bar{a}} \sqrt{1 - \frac{1}{\bar{a}^2}} \right), \quad \bar{a} \geq 1,$$

где \bar{a} — относительная амплитуда на входе нелинейного элемента ($\bar{a} = a/b$; b — величина линейного участка статической характеристики). Зависимость Lm_n от \bar{a} ($1 < \bar{a} < 10$), т. е. $Lm_n(\bar{a}) = -20 \lg \bar{q}(\bar{a}) = -2,2 + 10 \lg \bar{a}$ также приведена на рис.

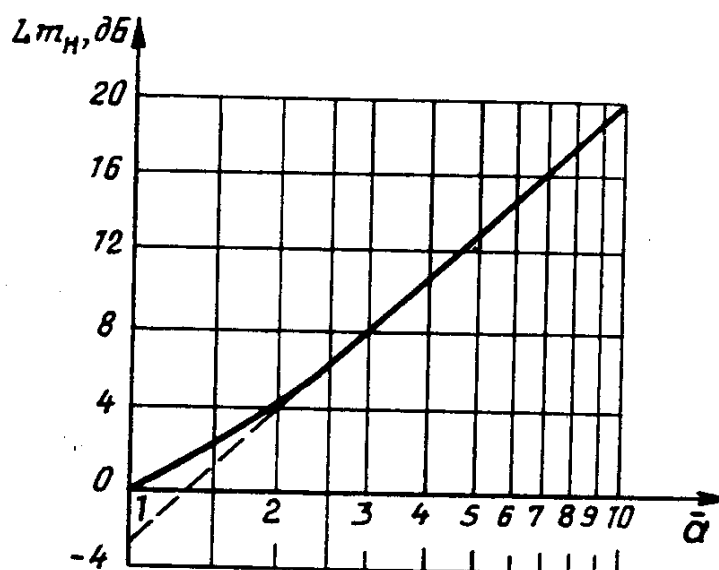


Рис. . Зависимость Lm_n от \bar{a} для статической характеристики насыщения

Рис.3. Описание алгоритма преобразования ЛФЧХ в амплитуду автоколебаний.

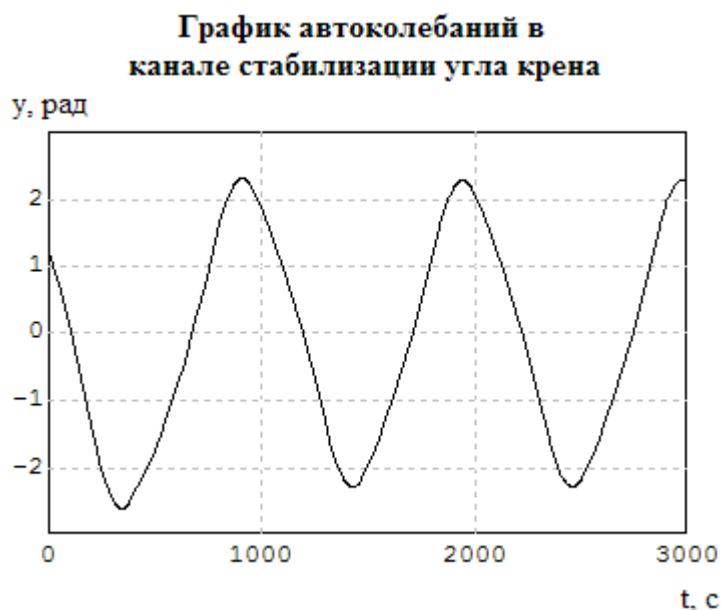


Рис. 4. Результат математического моделирования в среде комплекса МВТУ

Таблица 1

$T/2, c$	$Lm Kп, дБ$	$a_n, \delta \ddot{\alpha}$	ω_n, c^{-1}
150	1.10479	1,1	0.00912429
200	4.61403	2,1	0.00632405
250	7.6946	2,9	0.00469507
300	10.9947	4,3	0.00352585
320	12.4516	4,6	0.00314422
350	14.8395	5,4	0.0026478
380	17.941	8,0	0.00217926

Вывод.

Таким образом, в системе при значении времени цикла $T=400c$ возможны устойчивые автоколебания с амплитудой $a=2,1$ и частотой $w=0.0063$ рад/с

Список литературы

1. Солодовников В.В., Плотников В.Н., Яковлев А.В. Теория автоматического управления в технических системах.-М.: Изд-во МГТУ, 1993.- С.230-234.