

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА СИСТЕМЫ САУ КУХОННЫМ КОМБАЙНОМ

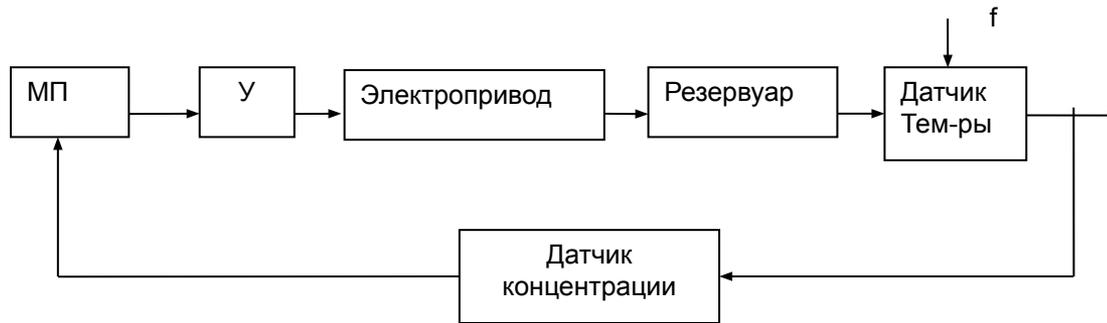


Рисунок 1 - Функциональная схема системы автоматического управления кухонным комбайном

Технические характеристики системы:

Время регулирования, не более

$$t = 10\text{с}$$

Перерегулирование, не более

$$\sigma = 30\%$$

Чаша объемом

$$V = 3\text{л}$$

Напряжение питания в системе

$$U = 220\text{ В}$$

Масса всей системы, не более

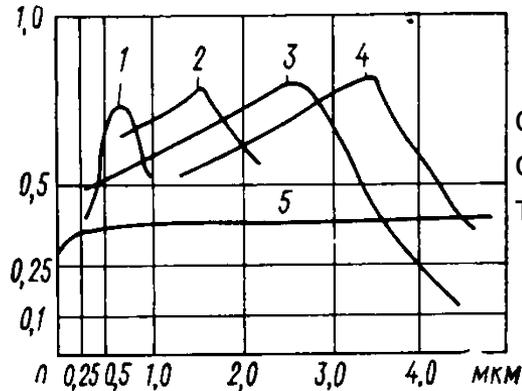
$$m_s = 3\text{кг}$$

Габариты всей системы

$$200 \times 200 \times 300 \text{мм}$$

РАСЧЕТ ДАТЧИКА ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

Спектральная чувствительность фотоэлемента:



$$S_{\lambda} = I_{\phi\lambda} / \Phi_{\lambda}$$

Кривые спектральной чувствительности фотоэлементов: 1-селеновый; 2-сернисто-висмутовый; 3-сернисто-свинцовый; 4-селенисто-свинцовый; 5-термоэлемент.

Для селенового фотоэлемента при $\lambda=0,75$ мкм - $S_{\lambda} = 0,75 \text{ мА/лм}$ тогда величина светового потока:

$$\Phi_{\lambda} = \frac{I_{\phi\lambda}}{S_{\lambda}} = \frac{10 \text{ мА} \cdot \text{лм}}{0,75 \text{ мА}} = 13,3 \text{ лм}$$

Интегральная чувствительность $S = I_{\phi} \setminus \Phi$ фотоэлемента:

Для селенового фотоэлемента $S=400$ мкА/лм

$$\Phi = \frac{10 \text{ мА} \cdot \text{лм}}{0,4 \text{ мА}} = 25 \text{ лм}$$

Удельная чувствительность фотоэлемента: $K_0 = \frac{I_{\phi}}{\Phi_{\lambda} \cdot U}$

$\Phi_{\lambda} = 13,3 \text{ лм}$ — падающий световой поток;

$U = 220 \text{ В}$ — напряжение, приложенное к фотоэлементу.

$$K_0 = \frac{10 \text{ мА}}{13,3 \text{ лм} \cdot 220 \text{ В}} = 0,0034 \text{ мА}/(\text{лм} \cdot \text{В}) = 3,4 \text{ мкА}/(\text{лм} \cdot \text{В})$$

ПРОВЕРКА НА УСТОЙЧИВОСТЬ САУ КУХОННЫМ КОМБАЙНОМ

$$8.81 \cdot 10^4 \cdot p^4 + 9.56 \cdot 10^6 \cdot p^3 + 2.91 \cdot 10^8 \cdot p^2 + 2.37 \cdot 10^9 \cdot p + 1.25 \cdot 10^9$$

Вычислим определители Гурвица

$$\Delta_1 := 9.56 \cdot 10^6$$

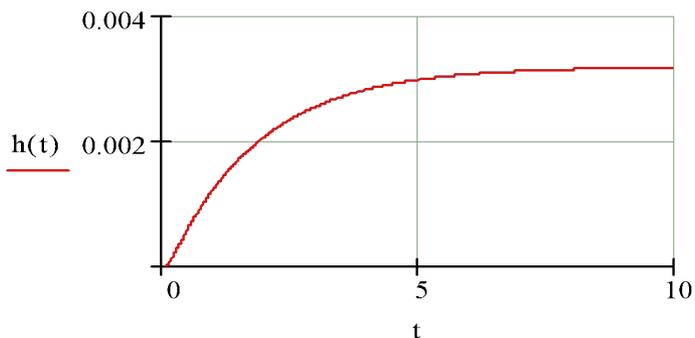
$$\Delta_2 := \begin{vmatrix} 9.56 \cdot 10^6 & 2.37 \cdot 10^9 \\ 8.81 \cdot 10^4 & 2.91 \cdot 10^8 \end{vmatrix}$$

$$\Delta_2 \text{ float, 3} \rightarrow 2.57 \cdot 10^{14}$$

$$\Delta_3 := \begin{vmatrix} 9.56 \cdot 10^6 & 2.37 \cdot 10^9 & 0 \\ 8.81 \cdot 10^4 & 2.91 \cdot 10^8 & 1.25 \cdot 10^9 \\ 0 & 9.56 \cdot 10^6 & 2.37 \cdot 10^9 \end{vmatrix}$$

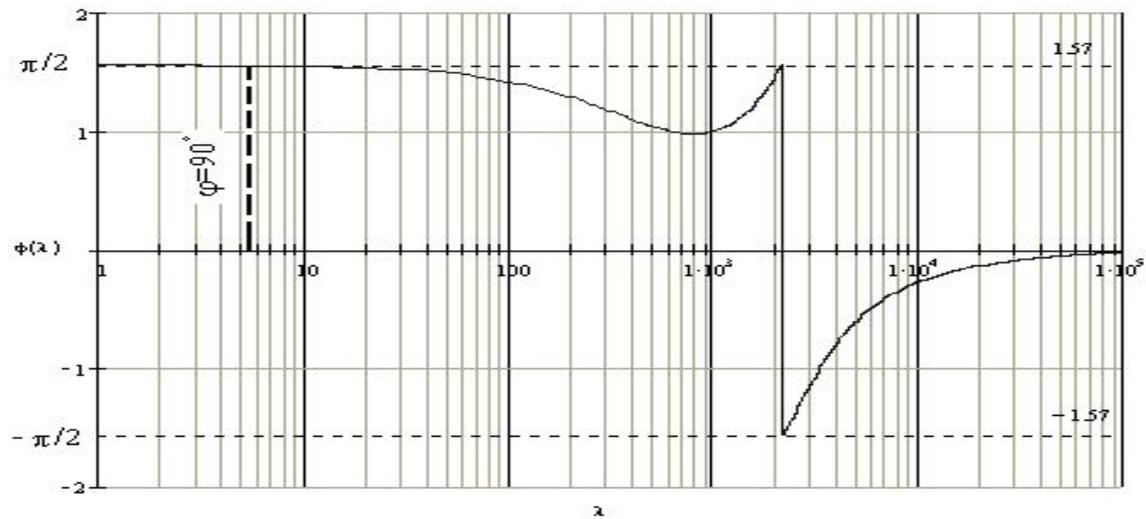
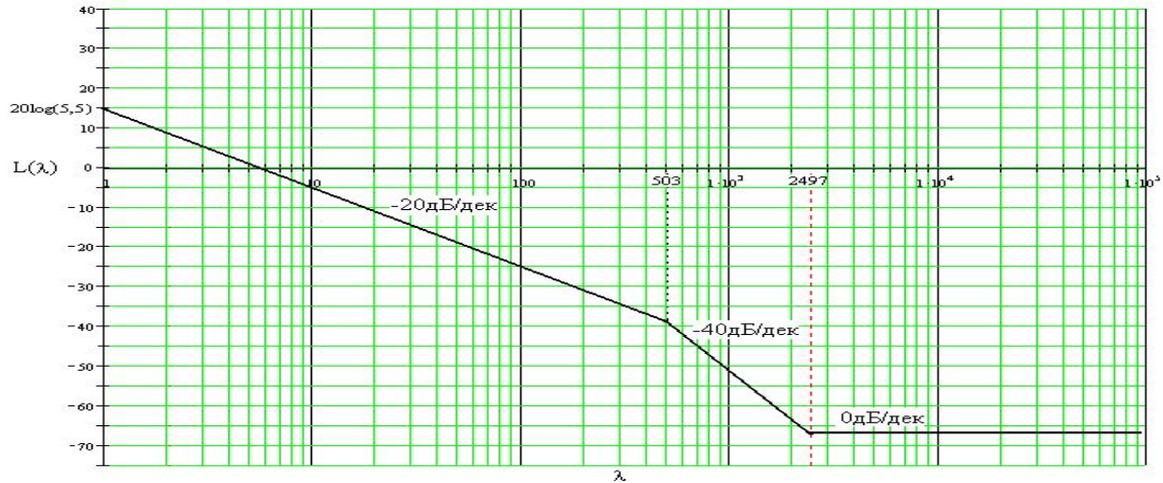
$$\Delta_3 \text{ float, 3} \rightarrow 5.98 \cdot 10^{24}$$

$$h(t) := \frac{W(s)}{s} \Bigg|_{\text{float, 3}} \begin{array}{l} \text{invlaplace, s} \\ \rightarrow -3.42 \cdot 10^{-3} \cdot \exp(-.565t) + 7.90 \cdot 10^{-6} \cdot \exp(-62.5t) + 3.03 \cdot 10^{-4} \cdot \exp(-12.0t) - 6.63 \cdot 10^{-5} \cdot \exp(-33.3t) + 3.17 \cdot 10^{-4} \end{array}$$



ЛОГАРИФМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ САУ

$$W_r(j\lambda) = 5,512 \cdot \frac{0,16 \cdot 10^{-6} (j\lambda)^2 + 0,5 \cdot 10^{-3} j\lambda + 1}{j\lambda(19,9 \cdot 10^{-4} j\lambda + 1)}$$



ЖЕЛАЕМЫЕ ЛОГАРИФМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ САУ

Частота среза :

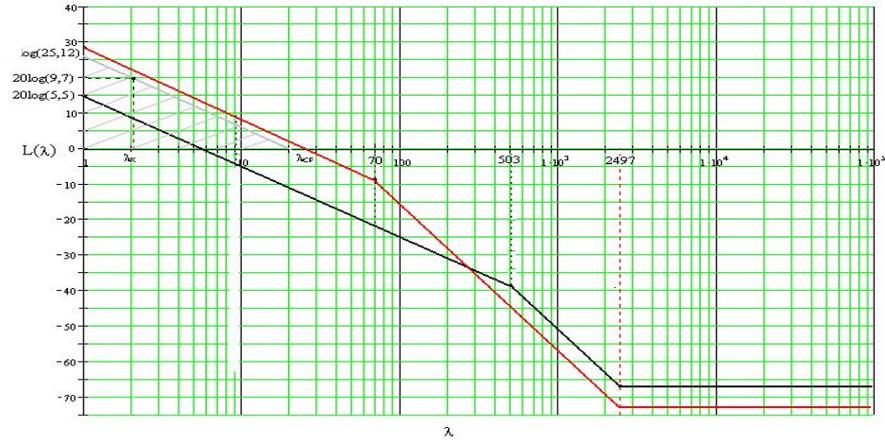
$$\lambda_{cp} = \frac{4\pi}{t_p} = \frac{4 \cdot \pi}{0,5} = 25,12$$

Граничные частоты интервала:

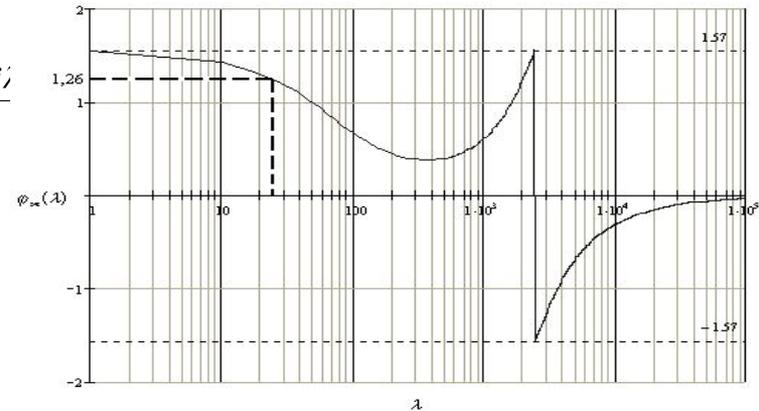
$$h = \frac{M+1}{M-1} = \frac{1,3+1}{1,3-1} = 7,7$$

$$\lambda_4 = \frac{\lambda_{cp}}{\sqrt{h}} = \frac{25,12}{\sqrt{7,7}} = 9,1 \text{ c}^{-1}$$

$$\lambda_5 = \lambda_{cp} \sqrt{h} = 25,12 \cdot \sqrt{7,7} = 69,7 \text{ c}^{-1}$$

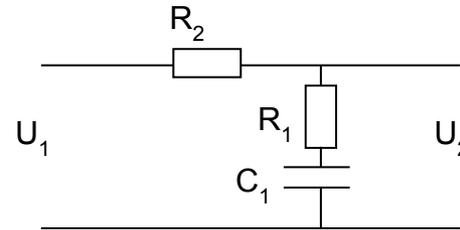


$$W_{\text{жс}}(j\lambda) = 25,12 \frac{0,16 \cdot 10^{-6} (j\lambda)^2 + 0,5 \cdot 10^{-3} j\lambda + 1}{j\lambda \left(\frac{1}{69,7} j\lambda + 1 \right)} = 25,12 \frac{0,16 \cdot 10^{-6} (j\lambda)^2 + 0,5 \cdot 10^{-3} j}{j\lambda (0,014 j\lambda + 1)}$$



ВЫБОР КОРРЕКТИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

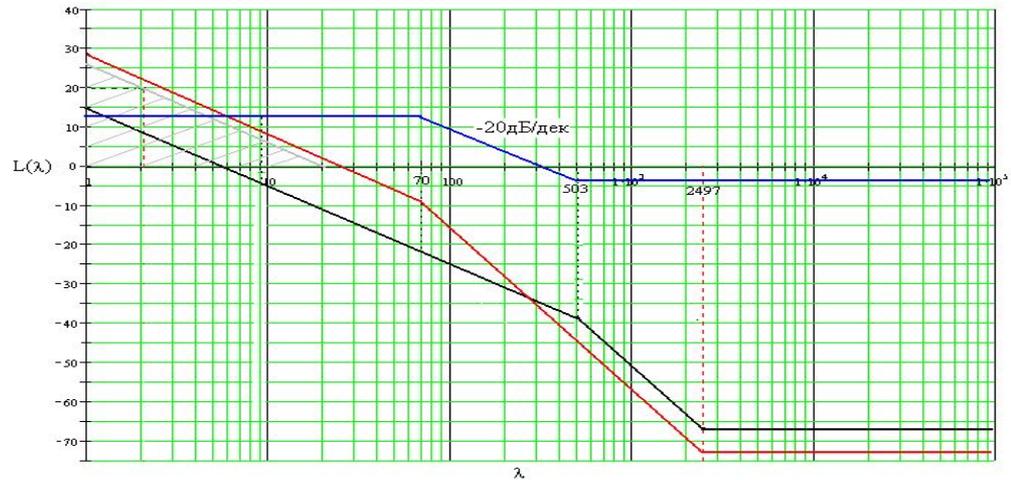
$$W_{KV}(j\lambda) = k \frac{T_1 j\lambda + 1}{T_2 j\lambda + 1}$$



$$20\log(k) = 28 - 14,8 = 13,2 \text{ дБ}$$

$$k = 4,6$$

$$W_{KV}(j\lambda) = 4,6 \cdot \frac{\frac{1}{2497} j\lambda + 1}{\frac{1}{69,7} j\lambda + 1} = 4,6 \cdot \frac{4 \cdot 10^{-4} j\lambda + 1}{0,014 j\lambda + 1}$$



АЛГОРИТМ РАБОТЫ ПРОГРАММЫ КОРРЕКЦИИ

Разностное
уравнение:

$$\tilde{U}_k(t) = 10,33\tilde{U}_k - 8,33\tilde{U}_{k-1} - 2,23U_k + 0,23U_{k-1}$$

