

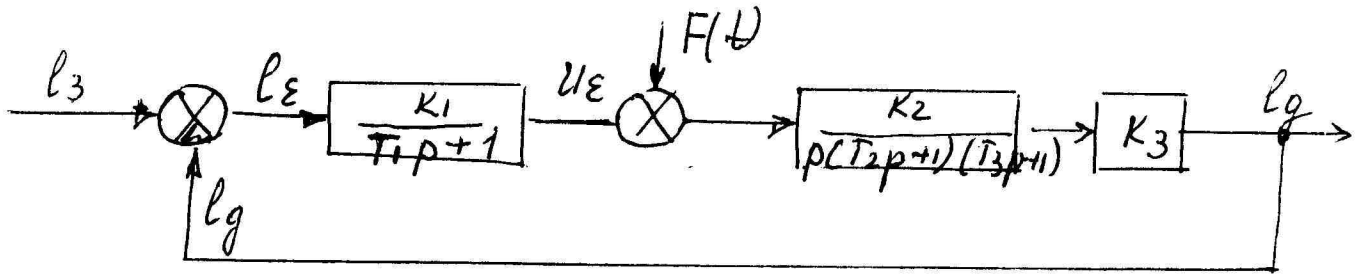
1. По ранее решенной задаче дать подробные списание по п. 5 и п. 6.

(пример вычисления "Методика" стр. 20).

2. Вычислить задание 7. (с списанием решения)

1. Контрольная работа за осенний семестр со схемой и заданием.
2. По схеме, передаточным функциям, исходным данным и формулам связывающим порядок астатизма и степень сигнала, оценить точность отработки входных и возмущающих воздействий. Найти значения ошибок по формулам для ошибок.
3. Определить желаемый коэффициент передачи разомкнутой системы $K_{ж}$, исходя из заданной ошибки, определить параметры регулятора.
4. Построить ЛАЧХ разомкнутой системы с желаемым коэффициентом передачи.
5. Используя таблицу для синтеза динамических показателей, построить желаемую ЛАЧХ с учетом заданных требований к динамическим показателям $\delta\%$ и t_p .
6. Найти суммарную ЛАЧХ корректирующего устройства и разбить ее на требуемые КУ с найденными параметрами.
7. Выбрать варианты реализации найденных КУ (последовательная, параллельная, в виде местной-обратной связи) и определить значения параметров R и C, задавшись значениями одного из сопротивлений от 1 до 50 кОм.

3. Система моделирования функции, заданной в виде графика.



$$F(t) = F_0$$

Функция

~~Матрица~~

Исходные данные	1	2 ✓	3	4	5	6	7
$K_1, \text{ в/мм}$	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,10
$K_2, \text{ град/в.с}$	3	4	5	4	3	2	1
$K_3, \text{ мм/град}$	1	1,5	2,5	3	4	2,5	2
$T_1, \text{ с}$	0,02	0,05	0,06	0,05	0,03	0,08	0,1
$T_2, \text{ с}$	0,1	0,15	0,3	0,2	0,3	0,2	0,25
$T_3, \text{ с}$	0,08	0,1	0,2	0,08	0,01	0,03	0,05
$l_3 = at, a, \text{ мм/с}$	5	10	15	20	15	10	5
Требования к сист.							
$\varepsilon_{ск}, \text{ мм}$	0,05	0,2	0,18	0,25	0,2	0,15	0,1
τ_{90}	30	25	20	30	25	20	30
$t_p, \text{ с}$	0,3	0,35	0,4	0,25	0,2	0,5	0,55

Решение

Исходная система имеет вид:

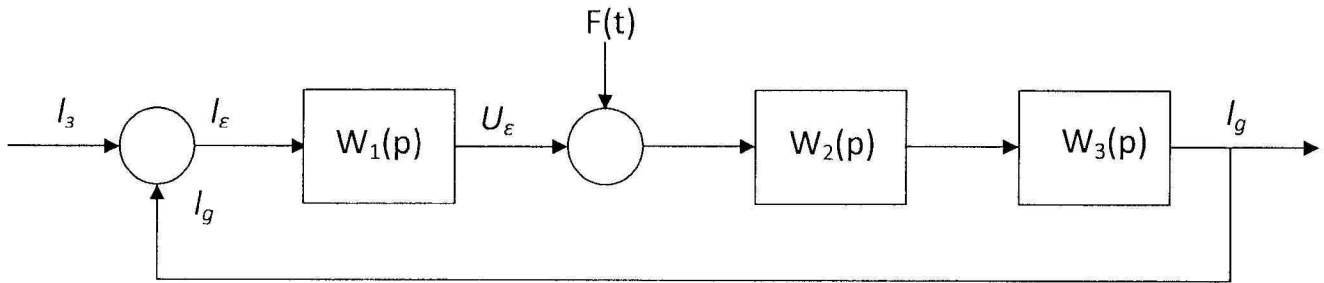


Рисунок 1 – Структурная схема системы

Где: $W_1(p) = \frac{K_1}{T_1 p + 1} = \frac{0.5}{0.05 p + 1}$;

$$W_2(p) = \frac{K_2}{p(T_2 p + 1)(T_3 p + 1)} = \frac{4}{p(0.15 p + 1)(0.1 p + 1)}$$
;

$$W_3(p) = K_3 = 1.5;$$

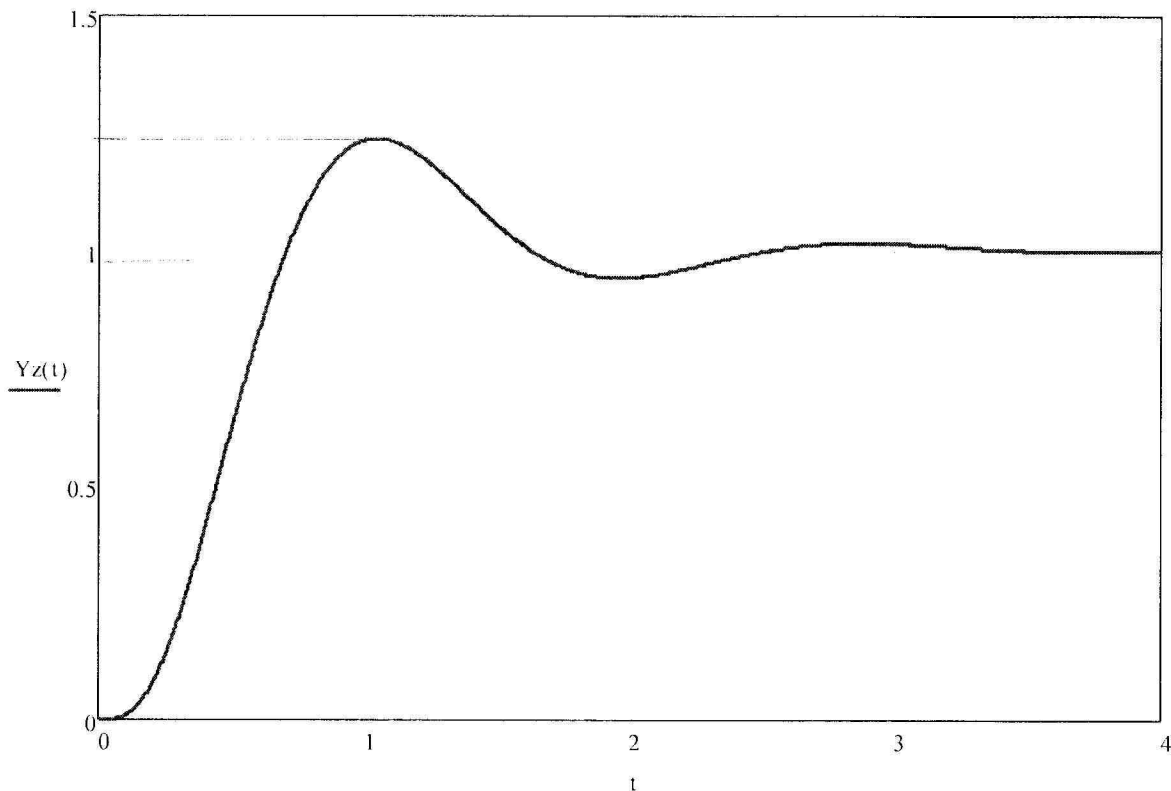
$$I_3(t) = at = 10t;$$

Передаточная функция в разомкнутом состоянии имеет вид:

$$W_p(p) = \frac{K_1 K_2 K_3}{p(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)(T_3 p + 1)} = \frac{3}{p(0.05 p + 1)(0.15 p + 1)(0.1 p + 1)}$$
;

Система обладает астатизмом первого порядка, поскольку в ее составе присутствует один интегратор, а в выражении передаточной функции разомкнутой системы присутствует множитель $1/p$.

Переходный процесс имеет вид:



Передаточная функция замкнутой системы и ее характеристический полином:

$$W_p(p) = \frac{K_1 K_2 K_3}{p(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)(T_3 p + 1)} = \frac{3}{7.5 \cdot 10^{-4} p^4 + 0.0275 p^3 + 0.3 p^2 + p + 3}$$

$$D(p) = p(0.05p + 1)(0.15p + 1)(0.1p + 1) + 3 = 7.5 \cdot 10^{-4} p^4 + 0.0275 p^3 + 0.3 p^2 + p + 3;$$

Главный определитель Гурвица составим из коэффициентов характеристического полинома:

$$\begin{vmatrix} a_3 & a_1 & 0 & 0 \\ a_4 & a_2 & a_0 & 0 \\ 0 & a_3 & a_1 & 0 \\ 0 & a_4 & a_2 & a_0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0.0275 & 1 & 0 & 0 \\ 7.5 \cdot 10^{-4} & 0.3 & 3 & 0 \\ 0 & 0.0275 & 1 & 0 \\ 0 & 7.5 \cdot 10^{-4} & 0.3 & 3 \end{vmatrix} = 0.0157$$

Определитель диагонального минора третьего порядка:

$$\begin{vmatrix} a_3 & a_1 & 0 \\ a_4 & a_2 & a_0 \\ 0 & a_3 & a_1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0.0275 & 1 & 0 \\ 7.5 \cdot 10^{-4} & 0.3 & 3 \\ 0 & 0.0275 & 1 \end{vmatrix} = 0.00523;$$

Определитель диагонального минора второго порядка:

$$\begin{vmatrix} a_2 & a_0 \\ a_3 & a_1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0.0275 & 1 \\ 7.5 \cdot 10^{-4} & 0.3 \end{vmatrix} = 0.0075;$$

Главный определитель и определители всех диагональных миноров положительны, следовательно замкнутая САУ устойчива по Гурвицу.

Передаточная функция замкнутой системы по ошибке имеет вид:

$$W_\varepsilon(p) = \frac{1}{1 + W_p(p)};$$

Значение установившейся ошибки вычисляется по формуле:

$$\varepsilon = \lim_{s \rightarrow 0} (W_\varepsilon(s) \cdot X(s) \cdot s);$$

При подаче единичного ступенчатого воздействия значение ошибки равно нулю. При подаче линейно-нарастающего сигнала с параметрами $y(t) = 10t$ значение ошибки равно 3.33. По условиям необходимо чтобы ошибка составляла 20%. Коэффициент усиления скорректированной системы равен: $K_\varepsilon = \frac{1}{\varepsilon_{ск}} = 5$

Определим аналитические ЛАЧХ и ФЧХ разомкнутой системы по выражению передаточной функции разомкнутой системы:

$$L(\omega) = 20 \lg(|W_p(j\omega)|);$$

$$\varphi(\omega) = \frac{180}{\pi} \arg(W_p(j\omega));$$

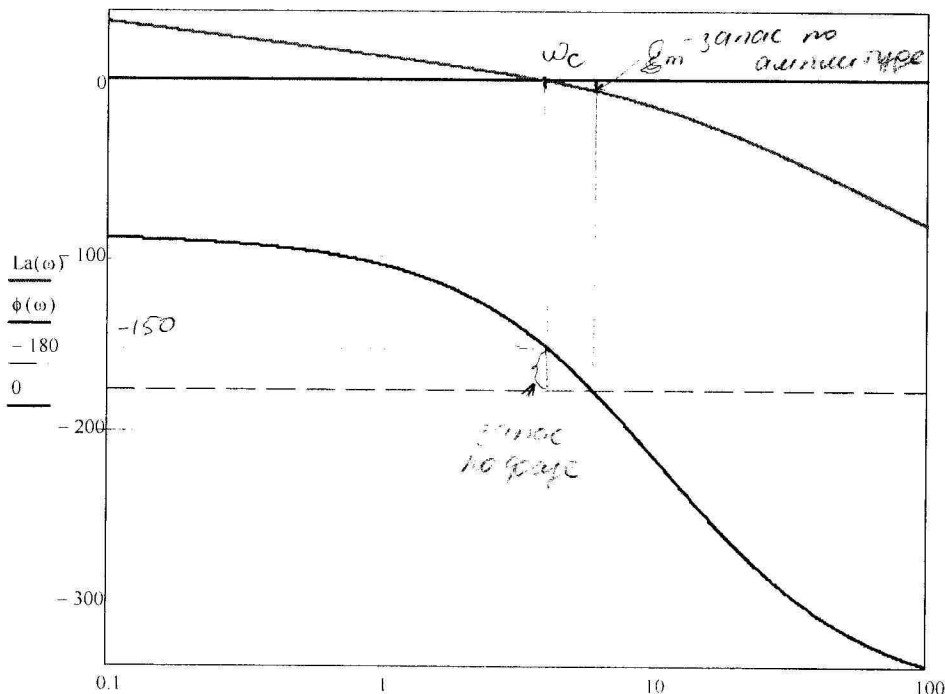


Рисунок 2 - ЛАЧХ и ФЧХ системы;

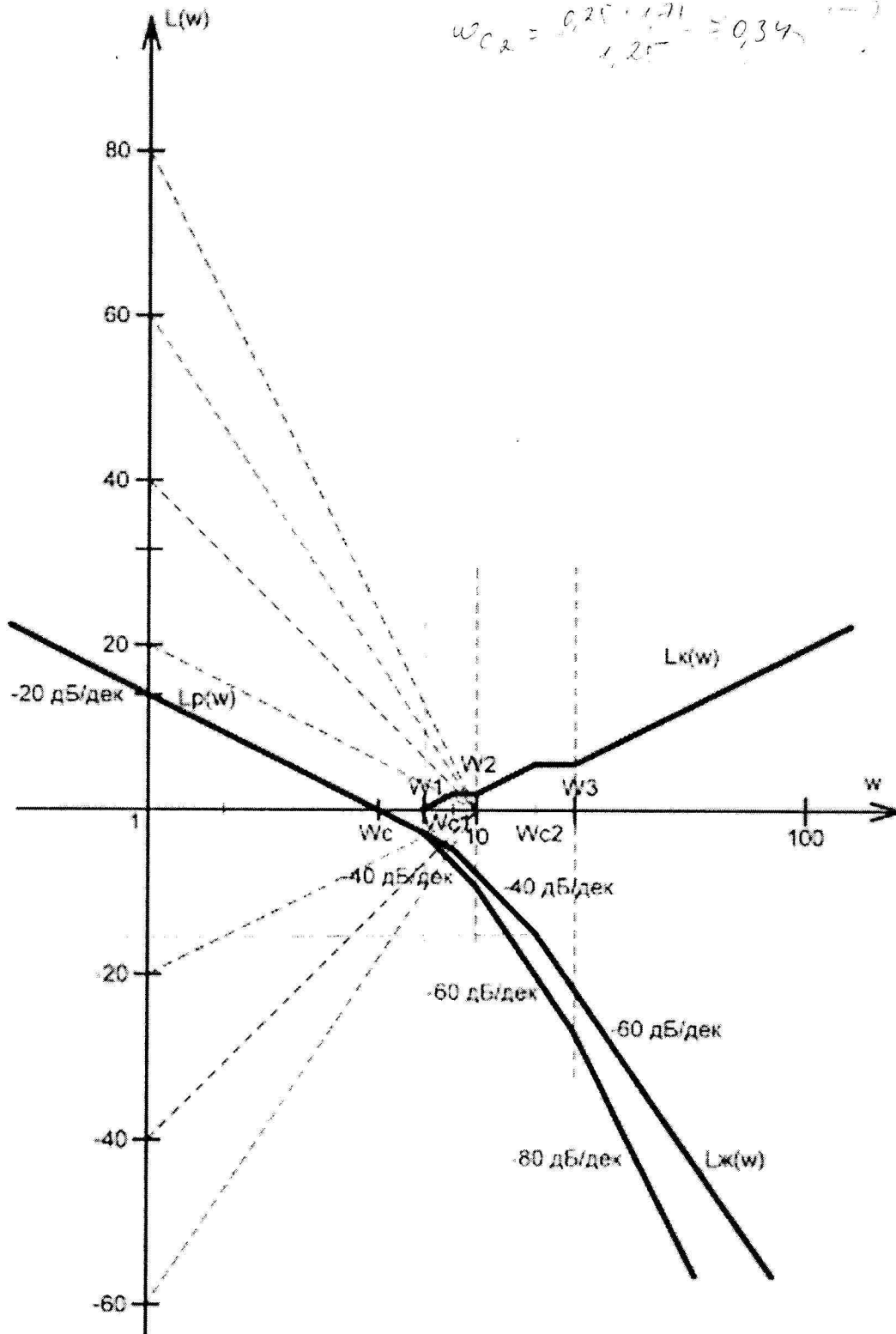
Согласно графику в точке частоты среза значение ФЧХ = -150° следовательно система устойчива и имеет запас по фазе 30° , по амплитуде: 6.12 дБ.

Для синтеза регулятора используем метод коррекции ЛАЧХ. Низкочастотную часть оставим в прежнем виде. Частоты определяются следующим образом:

$$\omega_{cp} = \frac{3}{t_c} = \frac{3}{0.35} = 8.57$$

$$\omega_{c1} = \frac{\sigma}{1 + \sigma} \omega_{cp} = \frac{0.25}{1 + 0.25} \cdot 8.57 \approx 1.71$$

$$\omega_{c2} = \frac{0.25 \cdot 1.71}{1.25} \approx 0.34$$



Вычтя из желаемой ЛАЧХ из реальную, получим ЛАЧХ корректирующего устройства. Функция корректирующего устройства имеет вид:

$$W_{\text{кв}}(p) = \frac{1.67(0.05p + 1)(0.12p + 1)(0.065p + 1)}{(0.12p + 1)(0.065p + 1)}$$

Корректирующее устройство подключаем последовательно после сумматора. Переходный процесс корректирующего устройства выглядит следующим образом:

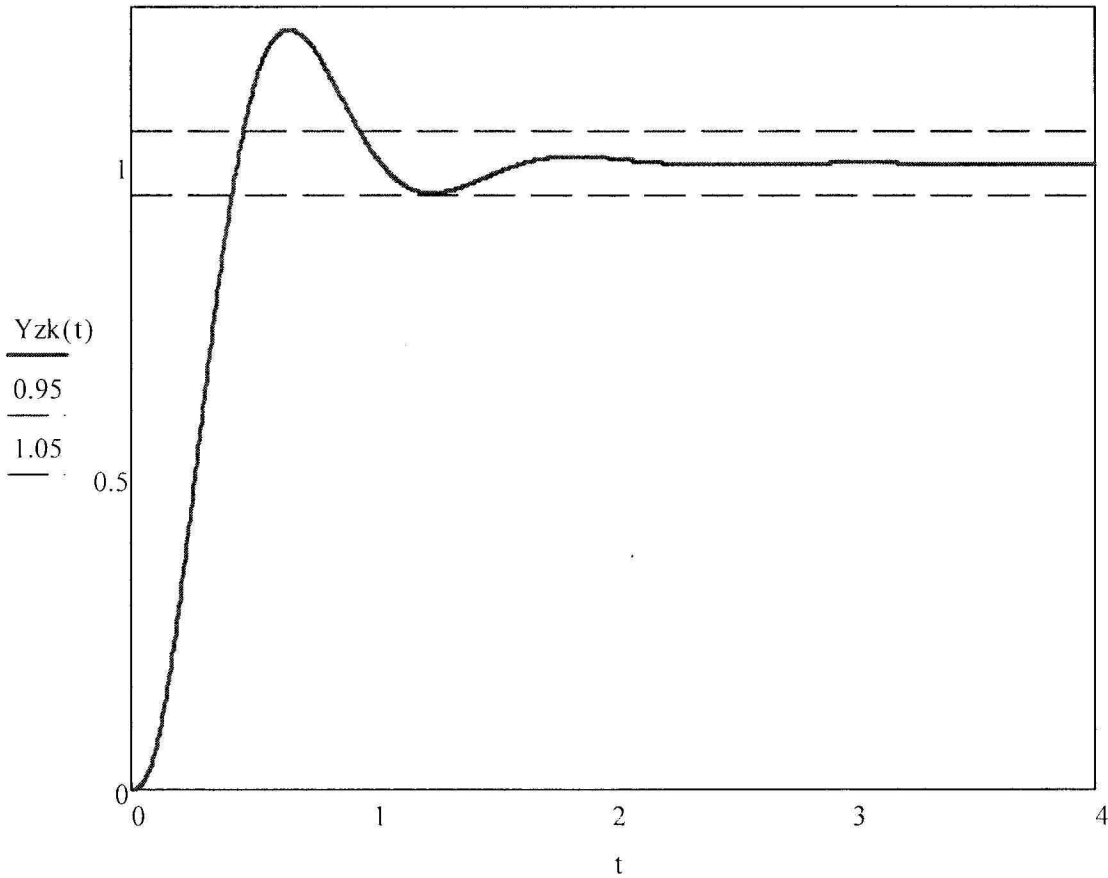


Рисунок 4 – Переходный процесс скорректированного процесса.

Из графика видно, что время переходного процесса 1с (время вхождения в 10% интервал), а перерегулирование – менее 25%.