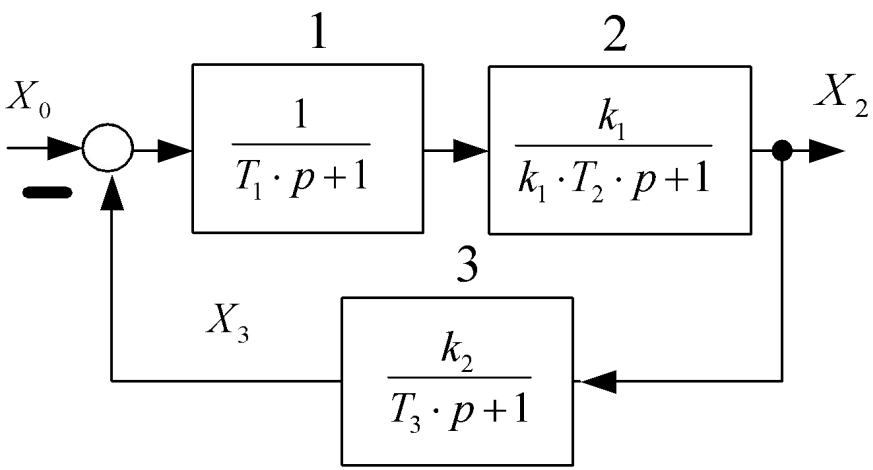
Лабораторные работы

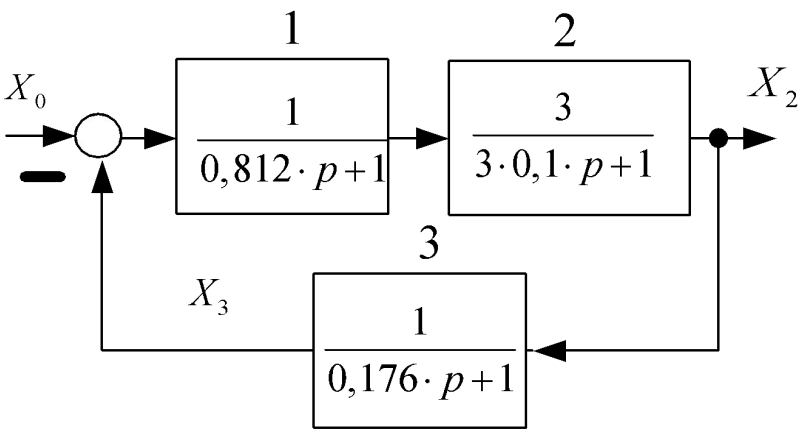
Лабораторная работа №2 Параллельное соединение звеньев

Цель работы

Выяснить причины возникновения перерегулирования и колебаний в замкнутых системах автоматического регулирования при ступенчатом входном воздействии. Установить зависимости перерегулирования от инерционности обратной связи.

$k_1 = 3, \qquad k_2 = 1.$





T_1	T_2	T_3
0,812	0,1	0,176

Таблица 1

Вариант	T_1, с	T_2, с	T_3, с
1 – 1	0,104	0,10	1,540
1 – 2	0,104	0,40	0,088
1 – 3	0,156	0,10	0,176
2 – 1	0,412	0,025	1,540
2 – 2	0,812	0,025	0,088
2 – 3	0,412	0,100	0,176
3 – 1	0,208	0,05	1,540
3 – 2	0,812	0,05	0,088
3 – 3	0,208	0,05	0,176
4 – 1	0,208	0,05	0,740
4 – 2	0,812	0,10	0,176
4 – 3	0,412	0,05	0,264

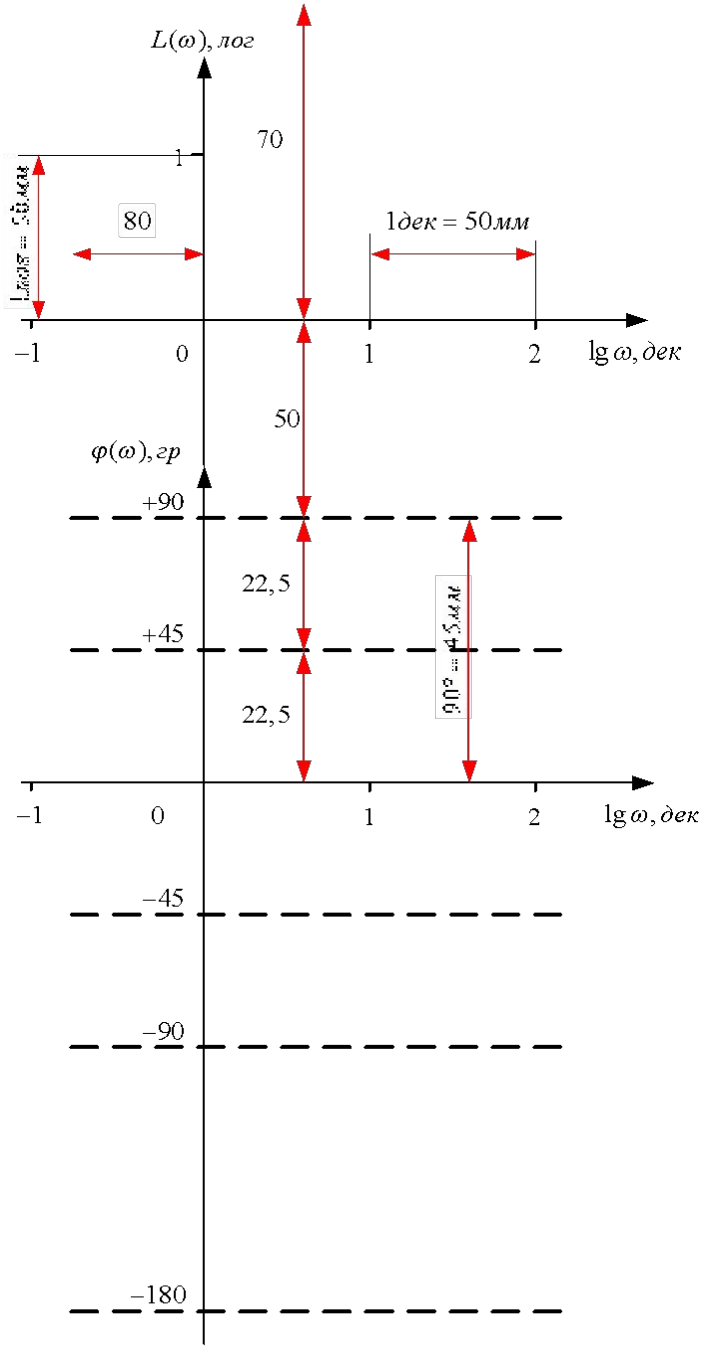
Программа самостоятельной работы

1. По заданным параметрам своего варианта (Таблица 1) построить точные ЛАЧХ и ЛФЧХ САУ.
2. По результирующей ЛАЧХ построить переходную функцию и определить основные показатели регулирования.
3. Данные расчётов свести в таблицу.

Программа работы в лаборатории

1. Собрать исследуемую систему на наборном поле.
2. На экране компьютера снять и построить переходные процессы при единичном ступенчатом входном воздействии, определить показатели этих процессов и занести их в таблицы.
3. По кривым переходного процесса своего варианта и двух других вариантов своей бригады оценить влияние постоянной времени цепи ОС на характер переходного процесса в САУ.

Системы координат



Построение ЛАЧХ и ЛФЧХ

Построение ЛАЧХ и ЛФЧХ прямого канала L_{12} и φ_{12}

$$W_1(p) = \frac{1}{T_1 \cdot p + 1} = \frac{1}{0,812 \cdot p + 1}$$ - инерционное звено

$$\lg 1 = 0;$$

$$\lg \frac{1}{T_1} = \lg \omega_1 = \lg \frac{1}{0,812} = 0,09;$$

$$W_2(p) = \frac{k_1}{k_1 \cdot T_2 \cdot p + 1} = \frac{3}{3 \cdot 0,1 \cdot p + 1}$$ - инерционное звено

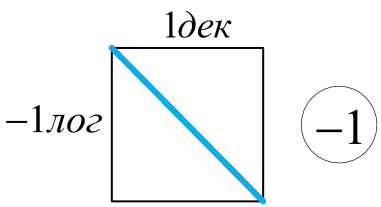
$$\lg k_1 = \lg 3 = 0,48;$$ $$\lg \frac{1}{k_1 \cdot T_2} = \lg \omega_2 = \lg \frac{1}{3 \cdot 0,1} = 0,52.$$

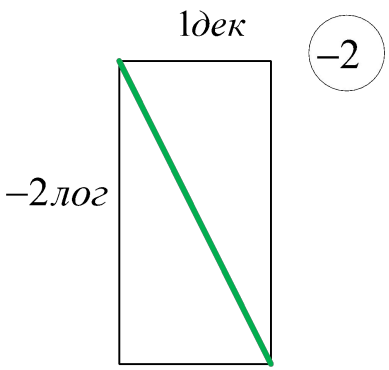
$$\lg 1 = 0;$$

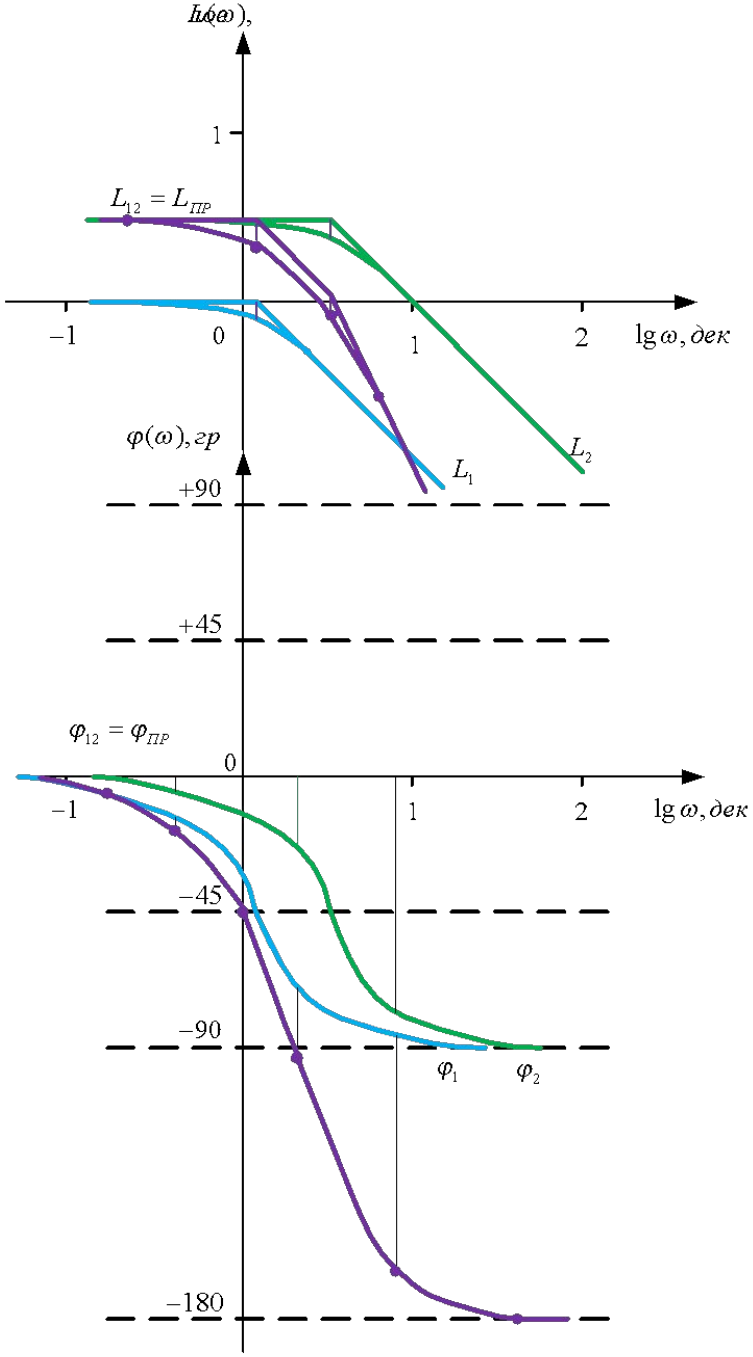
$$\lg \frac{1}{T_1} = 0,09;$$

$$\lg k_1 = 0,48;$$

$$\lg \frac{1}{T_2} = 0,52.$$





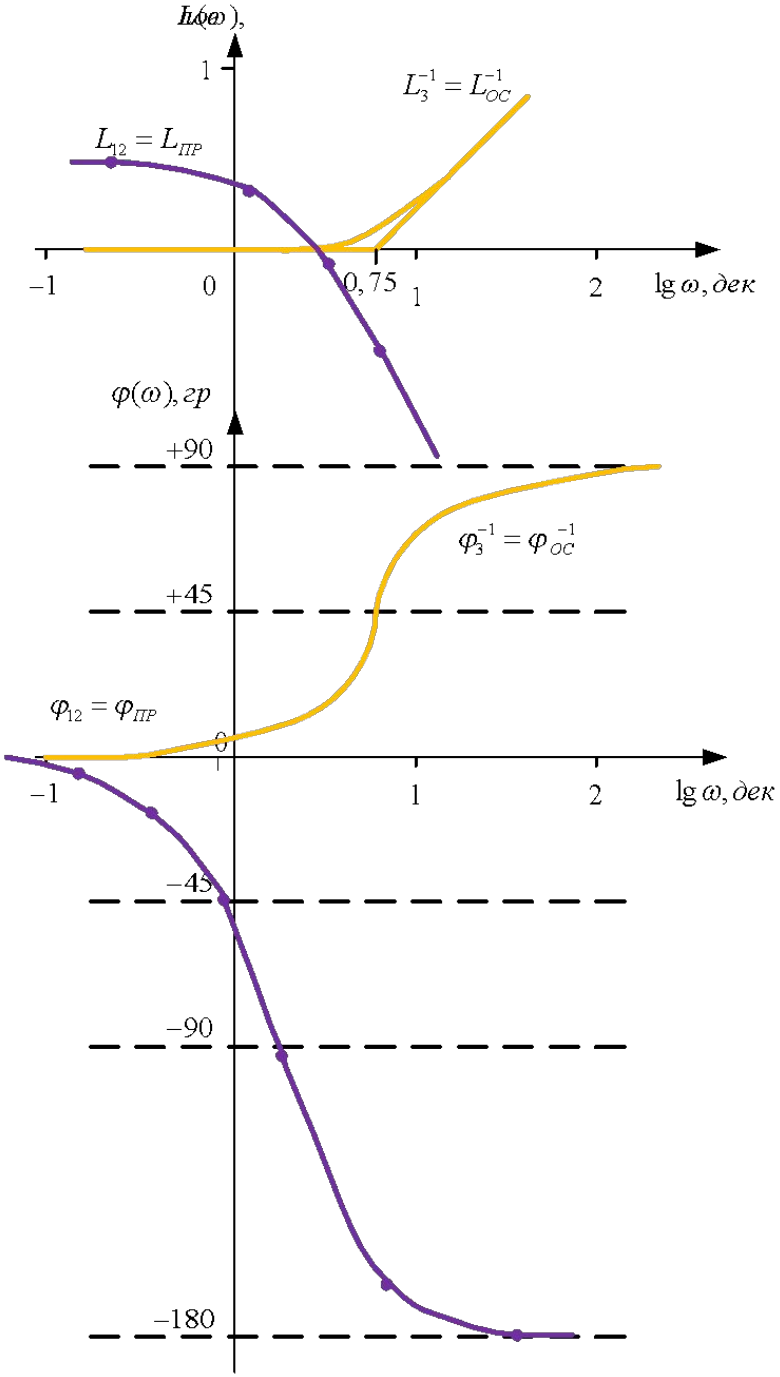


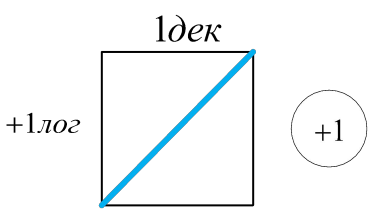
Построение ЛАЧХ и ЛФЧХ обратного канала $L^{-1}{}_{3}$ и $\varphi^{-1}{}_{3}$

$$W_3(p) = \frac{k_2}{T_3 \cdot p + 1} = \frac{1}{0{,}176 \cdot p + 1}$$ - инерционное звено

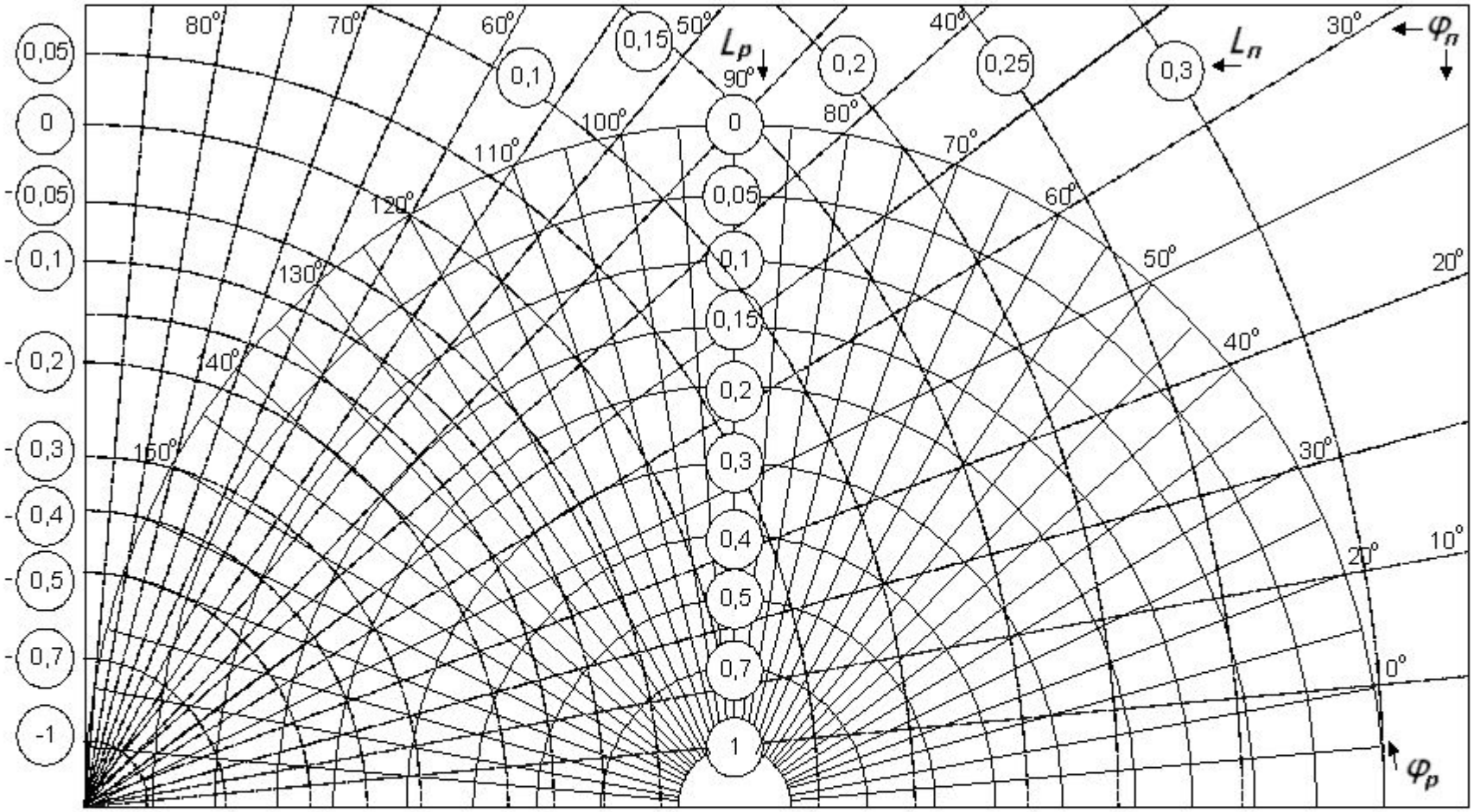
$$\lg k_2 = \lg 1 = 0;$$

$$\lg \frac{1}{T_3} = \lg \omega_3 = \lg \frac{1}{0{,}176} = 0{,}75.$$


L(ω),
1
$L_3^{-1} = L_{OC}^{-1}$
$L_{12} = L_{ПР}$
−1
0
0,75
1
2
lg ω, дек
φ(ω), гр
+90
$\varphi_3^{-1} = \varphi_{OC}^{-1}$
+45
$\varphi_{12} = \varphi_{ПР}$
0
−1
1
2
lg ω, дек
−45
−90
−180


1дек
+1лог
+1

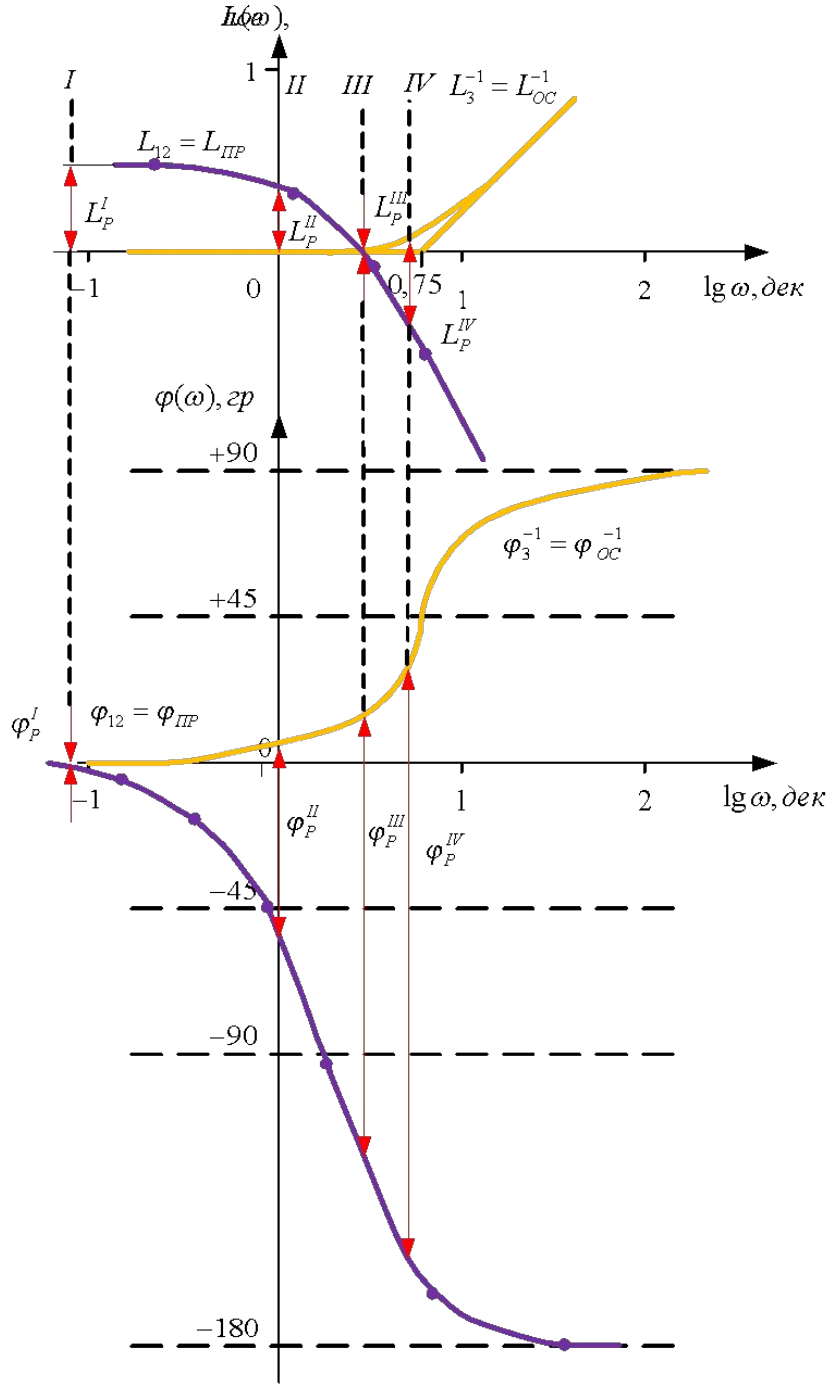
Номограмма для построения ЛЧХ при встречно-параллельном соединении звеньев

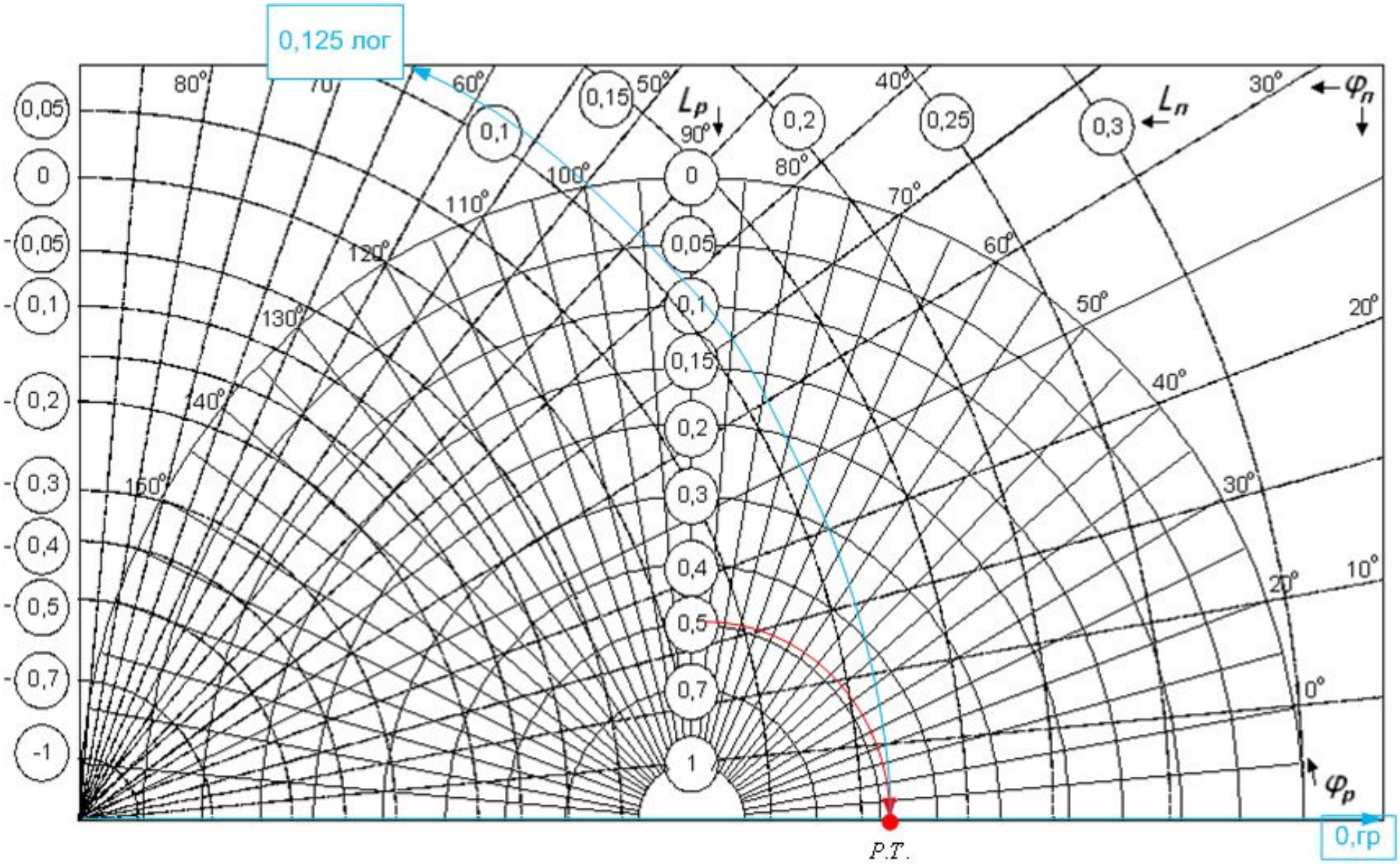


Составление по номограмме таблицы

	L_P, дб	φ_P, гр	$L_П$, дб	$\varphi_П$, гр
I	0,48	0	0,125	0
II	0,35	60	0,12	12
III	0	126	−0,05	63
IV	0,4	180	−0,28	0

ω_c

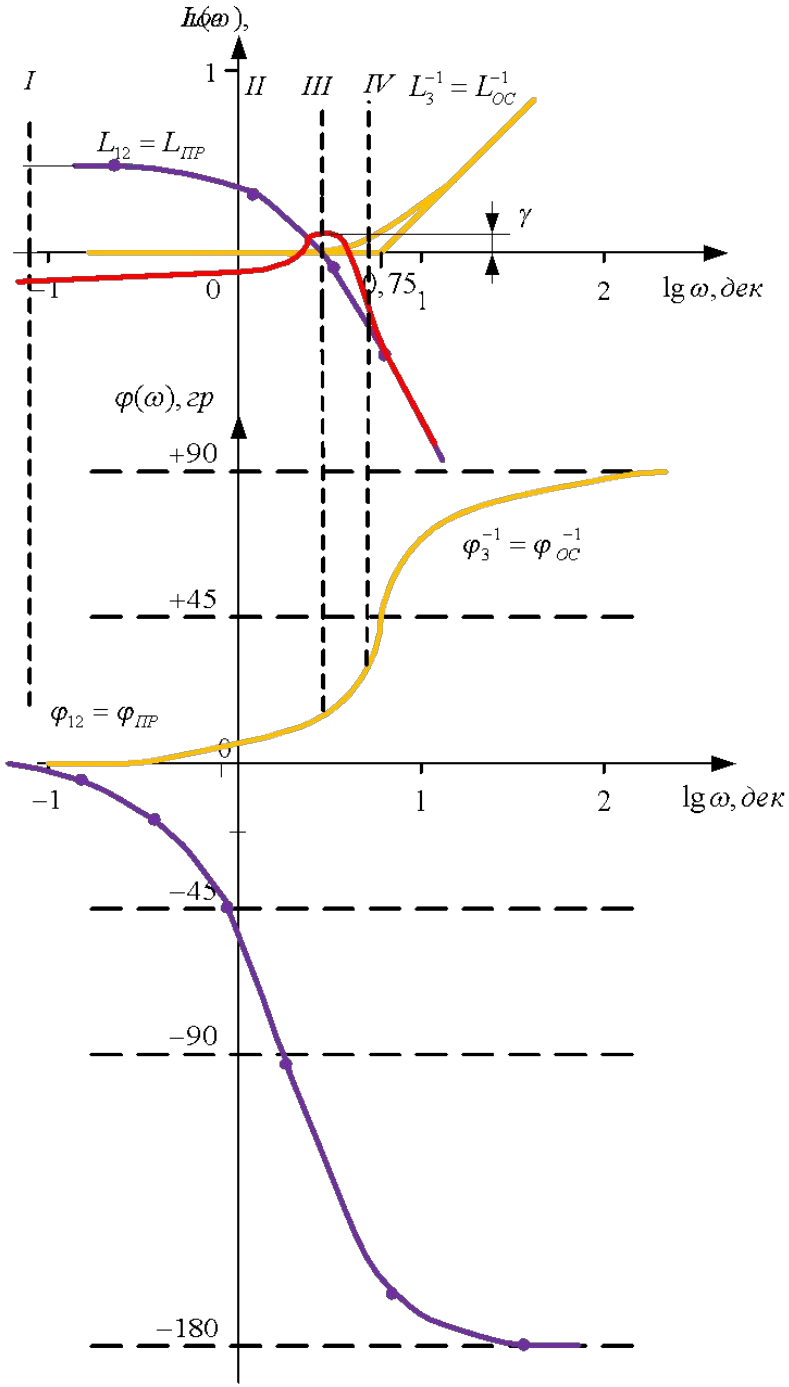



0,125 лог
0,05
0
-0,05
-0,1
-0,2
-0,3
-0,4
-0,5
-0,7
-1
80°
70°
60°
50°
40°
30°
20°
10°
0°
0,1
0,15
0,2
0,25
0,3
L_p
L_n
φ_n
φ_p
90°
100°
110°
120°
130°
140°
150°
0
0,05
0,1
0,15
0,2
0,3
0,4
0,5
0,7
1
Р.Т.
0,гр

Расположение L_Σ:

- если $L_\Pi > 0$,то точка на L_Σ лежит ниже нижней линии на величину L_Π;
- если $L_\Pi < 0$,то точка на L_Σ лежит выше нижней линии на величину L_Π.

	L_Π, лог
I	0,125
II	0,12
III	-0,05
IV	-0,28



- значение $\phi_{П}(\omega_i)$ откладывается от фазы звена, ЛАЧХ (или обратная ЛАЧХ) которого лежит ниже. $\phi_{П}(\omega_i)$ откладывается всегда вовнутрь пространства, лежащего между $\phi_{12}(\omega)$ и $\phi_3^{-1}(\omega)$;

Характер переходного процесса

При $|\varphi_P(\omega_C)| > 120°$ или $L_\Pi(\omega_C) < 0$, переходный процесс будет иметь колебательный характер.

При $|\varphi_P(\omega_C)| = 120°$ или $L_\Pi(\omega_C) = 0$, переходный процесс будет иметь перерегулирование (18 … 25)% и колебательность 1-2 колебания.

При $|\varphi_P(\omega_C)| < 120°$ или $L_\Pi(\omega_C) > 0$, переходный процесс будет иметь апериодический характер.

Построение переходной функции

Находим по точке пересечения $L_{12}(\omega_c)$ и $L_3^{-1}(\omega_c)$ частоту среза

$$\lg\omega_c = 0{,}39; \qquad \omega_c = 10^{\lg\omega_c} = 10^{0{,}39} = 2{,}45c^{-1}.$$

Определяем γ:

$$\gamma = -L_{\Pi}(\omega_c) = 0{,}05;$$

Вычислим ξ:

$$\xi = \frac{10^{-\gamma}}{2} = \frac{10^{-0{,}05}}{2} = \frac{0{,}89}{2} = 0{,}445.$$

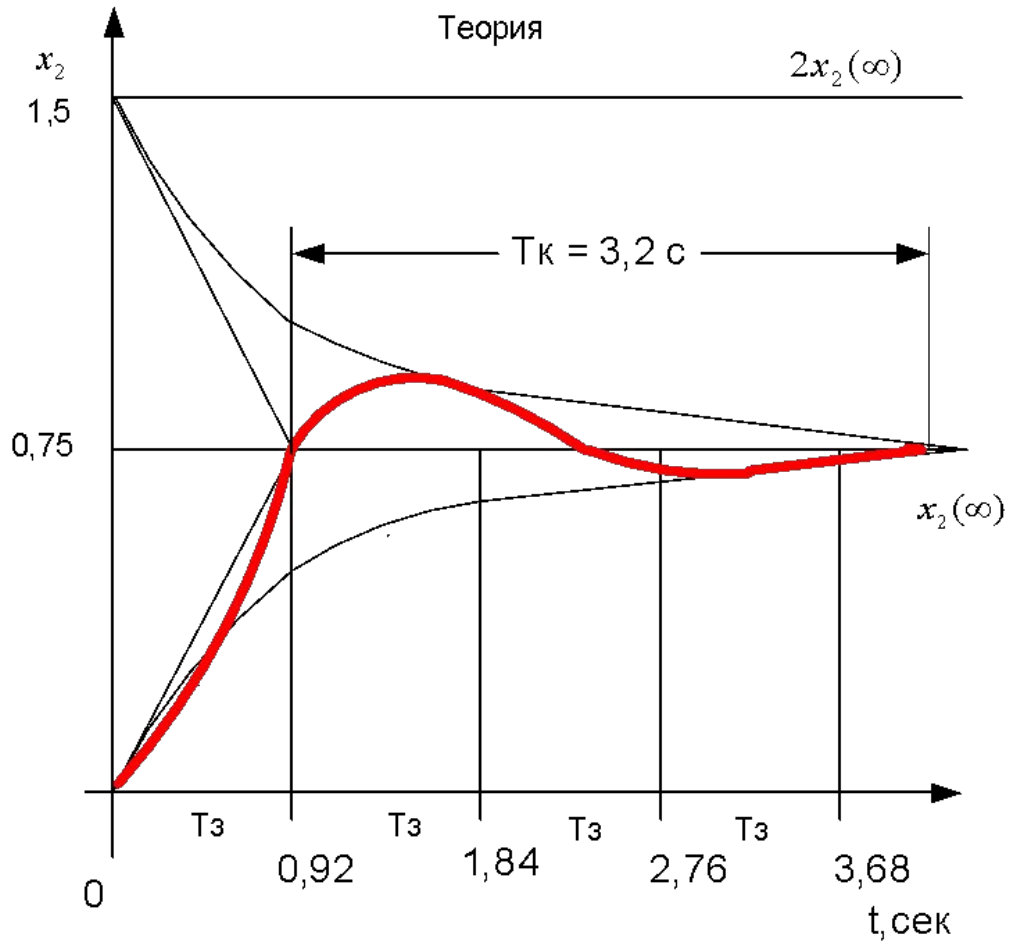
Тогда

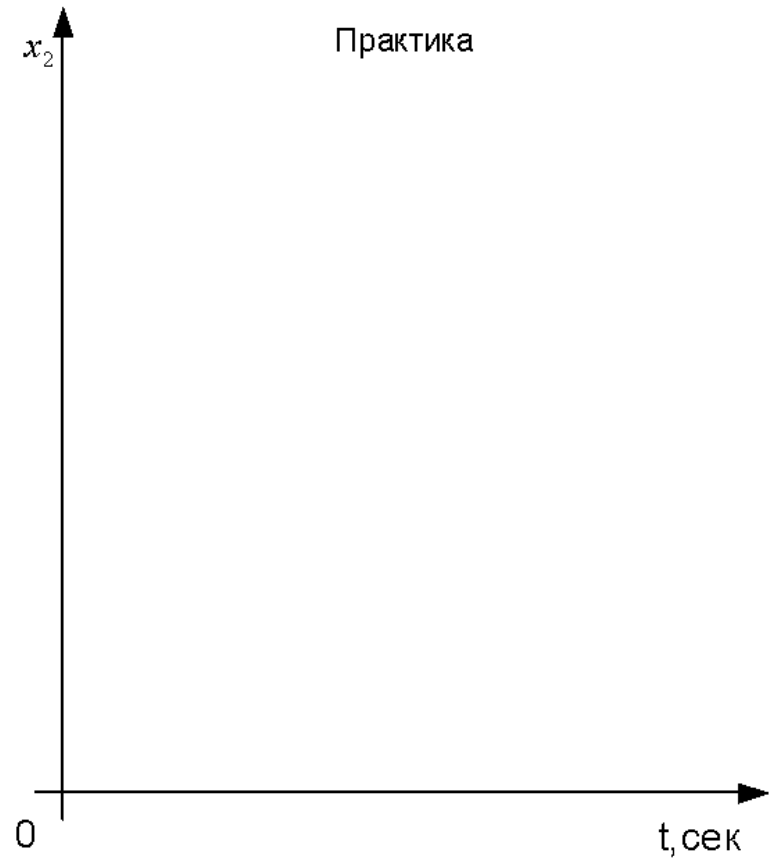
$$x(0) = 10^{L(\infty)} = 10^{-\infty} = 0;$$

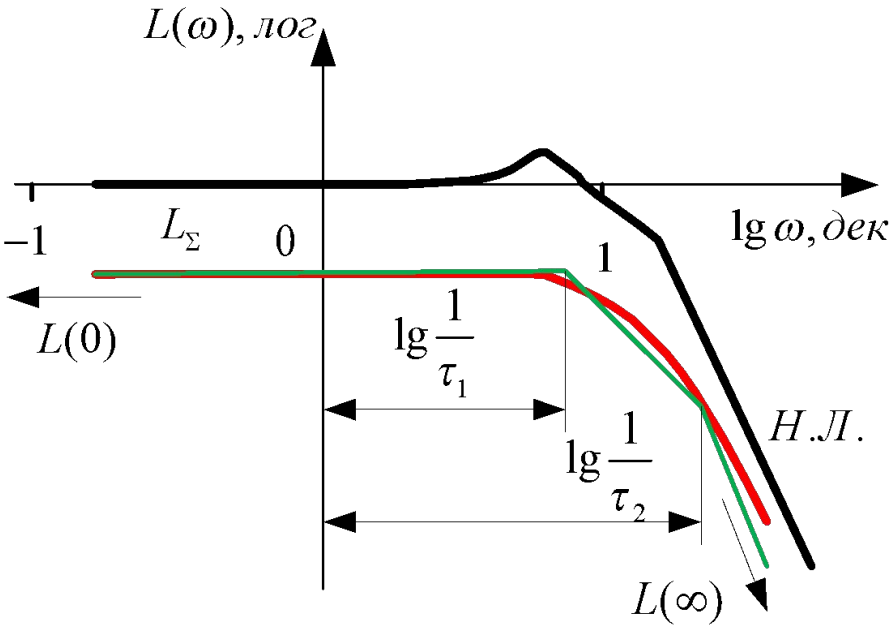
$$x(\infty) = 10^{L(0)} = 10^{-0,125} = 0,75.$$

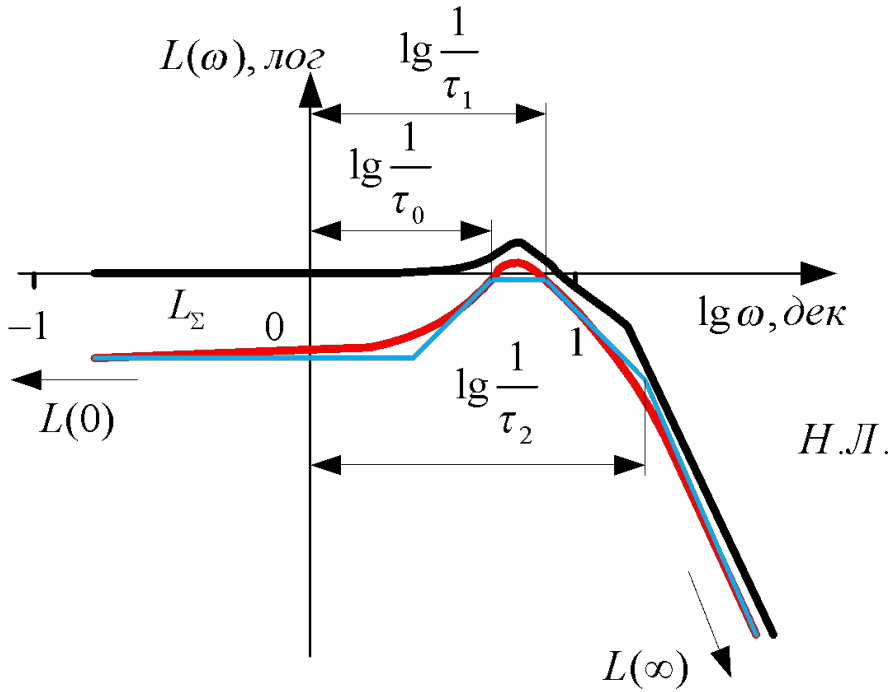
$$T_{ÇÀÒ} = \frac{1}{\xi \cdot \omega_c} = \frac{}{0,445 \cdot 2,45} = 0,92c;$$

$$T_K = \frac{2 \cdot \pi}{\omega_K} = \frac{2 \cdot \pi}{\omega_c \cdot \sqrt{1 - \xi^2}} = \frac{2 \cdot 3,14}{2,45 \cdot \sqrt{1 - 0,445^2}} = 3,2c.$$


Теория
x_2
1,5
$2x_2(\infty)$
Тк = 3,2 с
0,75
$x_2(\infty)$
Тз
Тз
Тз
Тз
0
0,92
1,84
2,76
3,68
t, сек


x_2
Практика
0
t, сек


L(ω), лог
lg ω, дек
−1
L_Σ
0
1
L(0)
lg 1/τ1
lg 1/τ2
Н.Л.
L(∞)


L(ω), лог
lg 1/τ1
lg 1/τ0
lg ω, дек
−1
L_Σ
0
1
L(0)
lg 1/τ2
Н.Л.
L(∞)

Оценка показателей регулирования

1. Временем регулирования $t_{\text{Р}}$ называется наименьший промежуток времени, по истечению которого кривая переходного процесса регулируемой величины будет (при своём дальнейшем изменении) отклонятся от установившегося значения не более чем на Δ. Примем $\Delta = 5\%$ от Δx_{∞}.

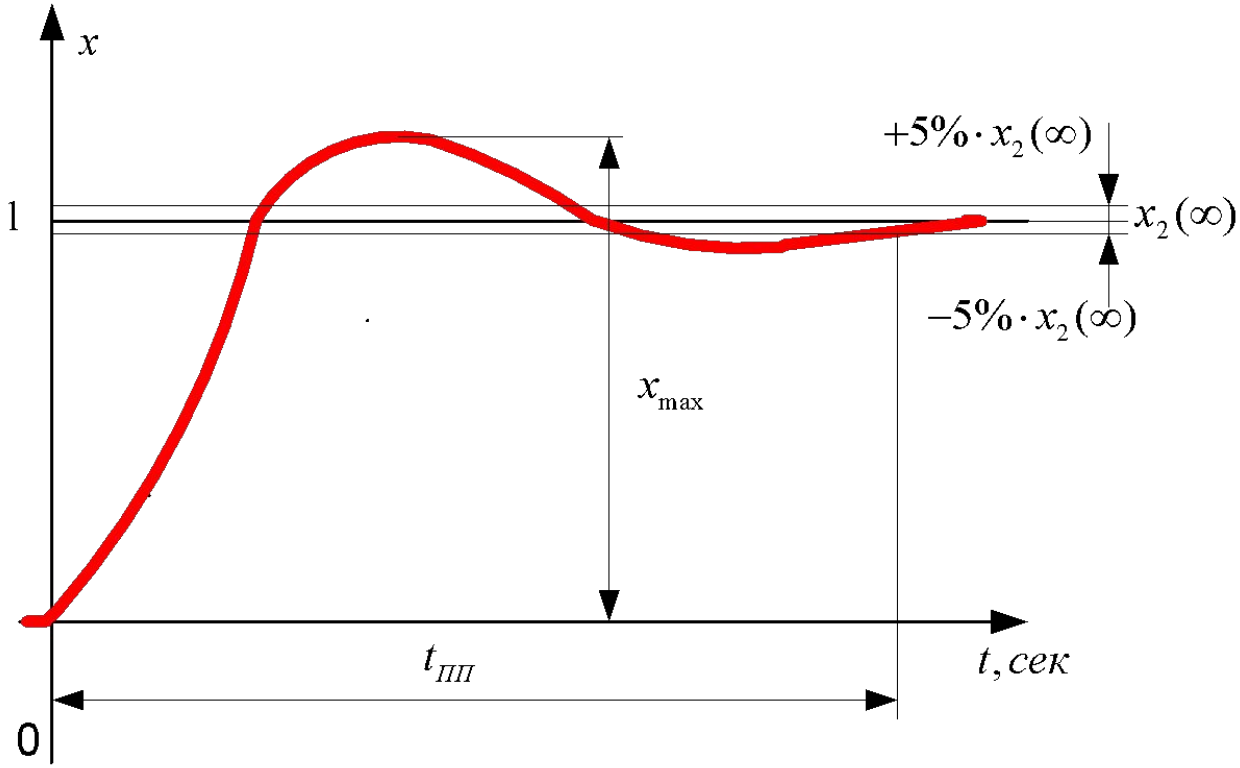
2. Перерегулированием называется отношение разности между максимальным и установившимся значением регулируемой величины к её установившемуся значению, умноженному на 100%:

$$\sigma = \frac{x_{\max} - x_{\infty}}{x_{\infty}} \cdot 100\%.$$

3. Колебательность *M* переходного процесса характеризуется числом колебаний за время переходного процесса.

Показ.	Расч.	Эксп.
x_∞		
x_m		
$\sigma\%$		
t_p, c		
M,кол		

Расчёт показателей качества



Вопросы для самопроверки

1. Как построить результирующие ЛЧХ при встречно-параллельном соединении звеньев?
2. При каких условиях в замкнутой САУ возникают колебания выходной величины?
3. С помощью ЛЧХ пояснить влияние значения $T_{ОС}$ на качество переходного процесса.