

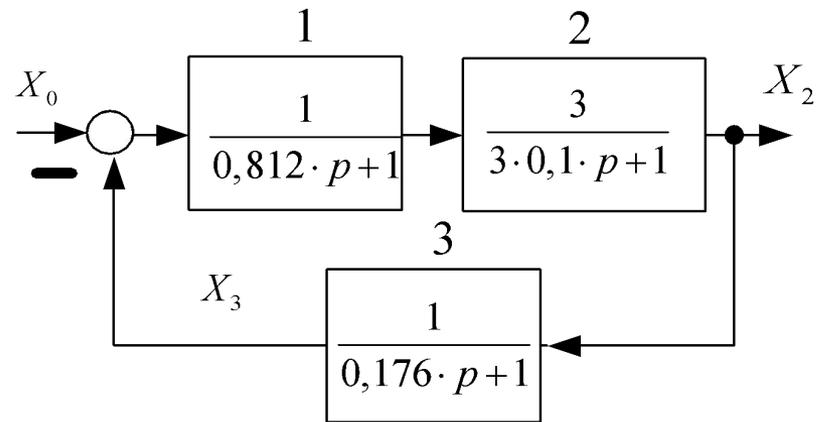
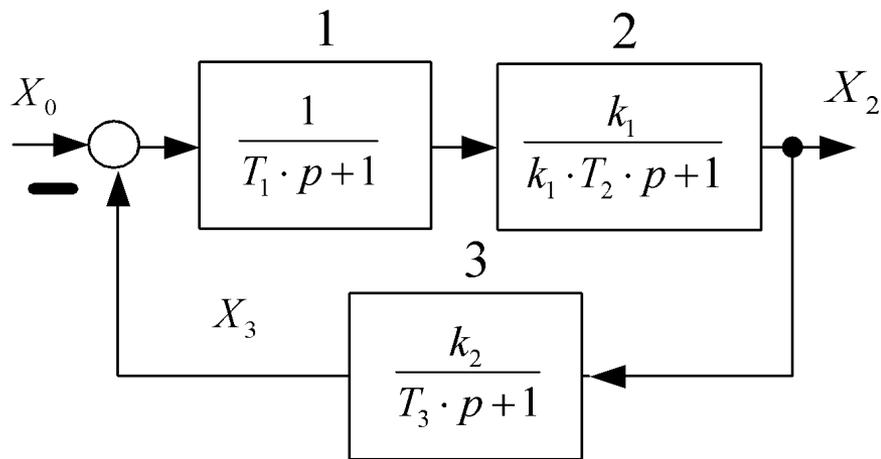
Лабораторные работы

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.

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



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

Таблица 1

Вариант	T_1, c	T_2, c	T_3, c
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

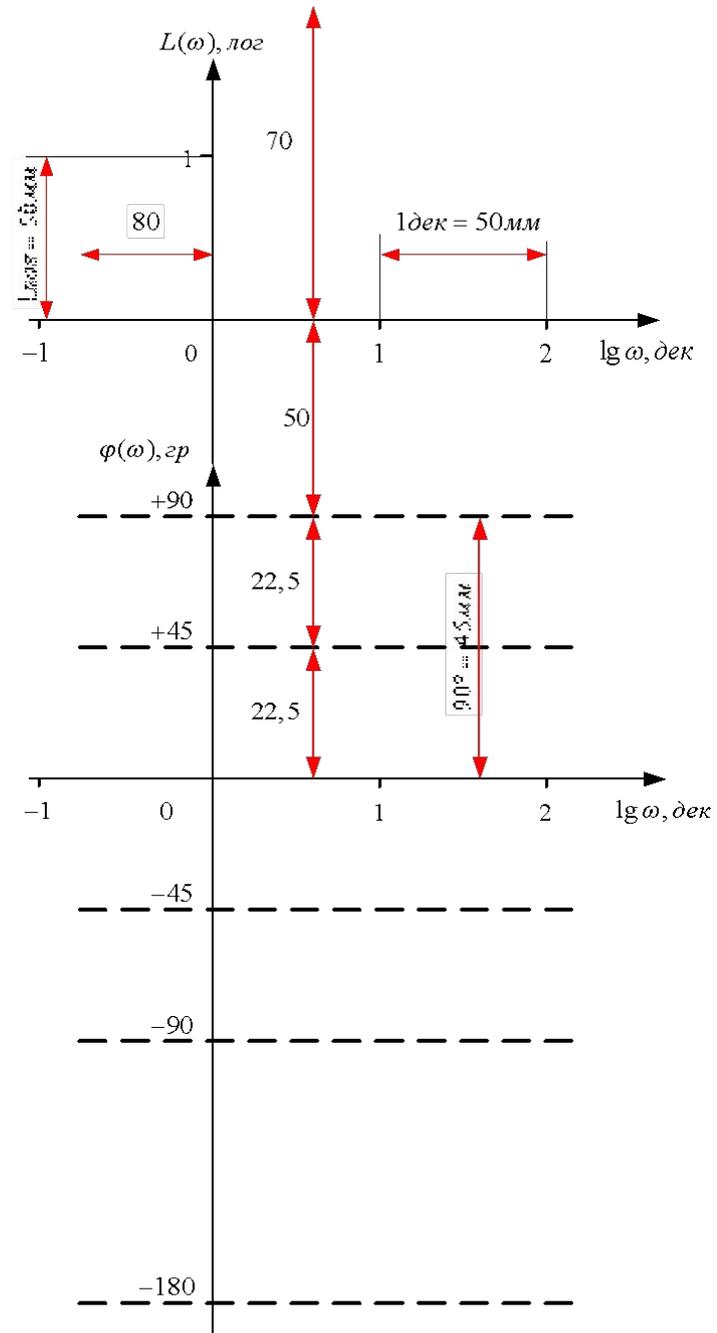
Программа самостоятельной работы

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}

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

$$\lg 1 = 0;$$

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

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

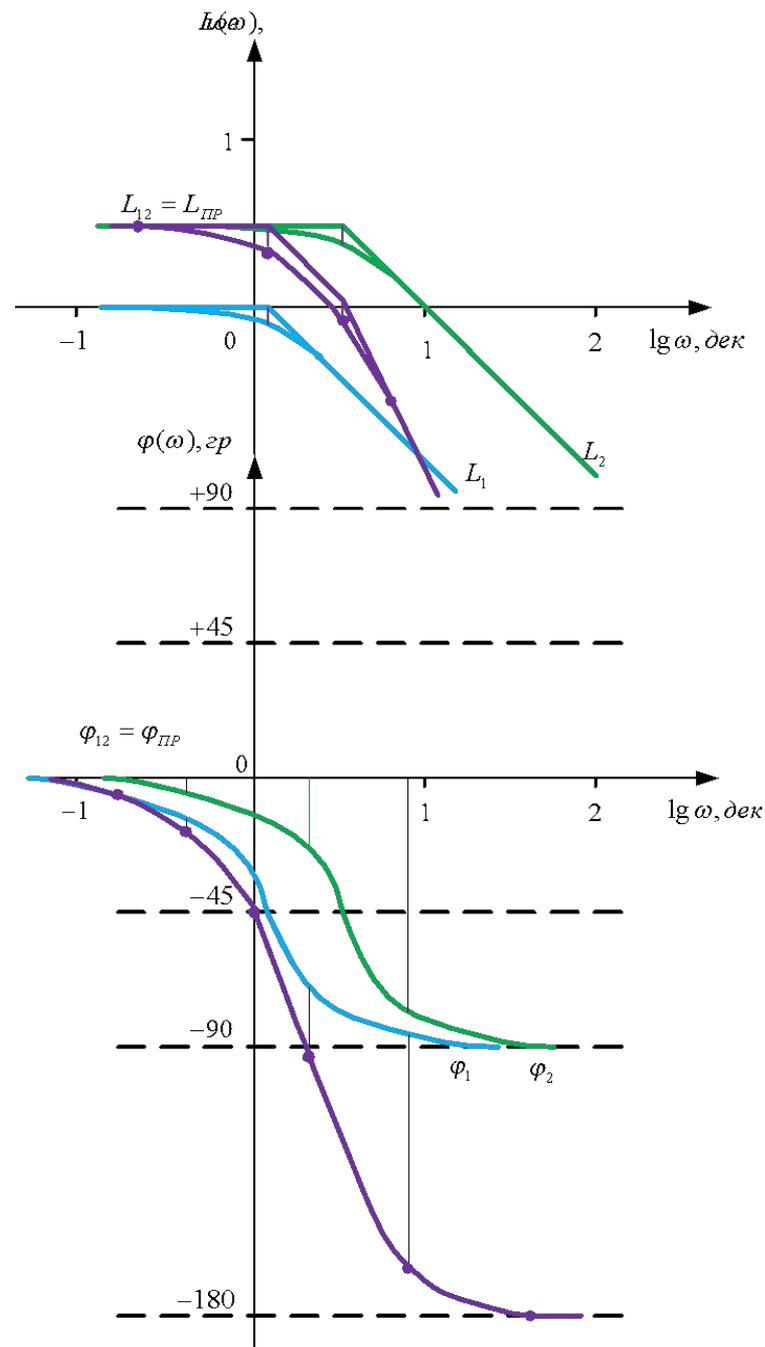
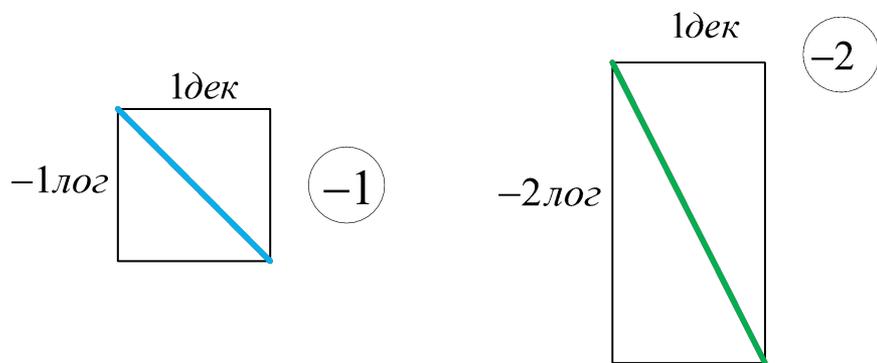
$$\lg k_1 = \lg 3 = 0,48; \quad \lg \frac{1}{k_1 \cdot T_2} = \lg \omega_2 = \lg \frac{1}{3 \cdot 0,1} = 0,52.$$

$$\lg 1 = 0;$$

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

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

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

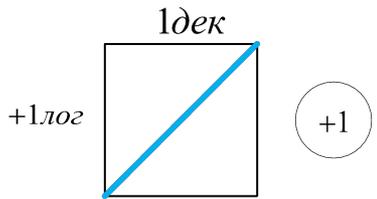
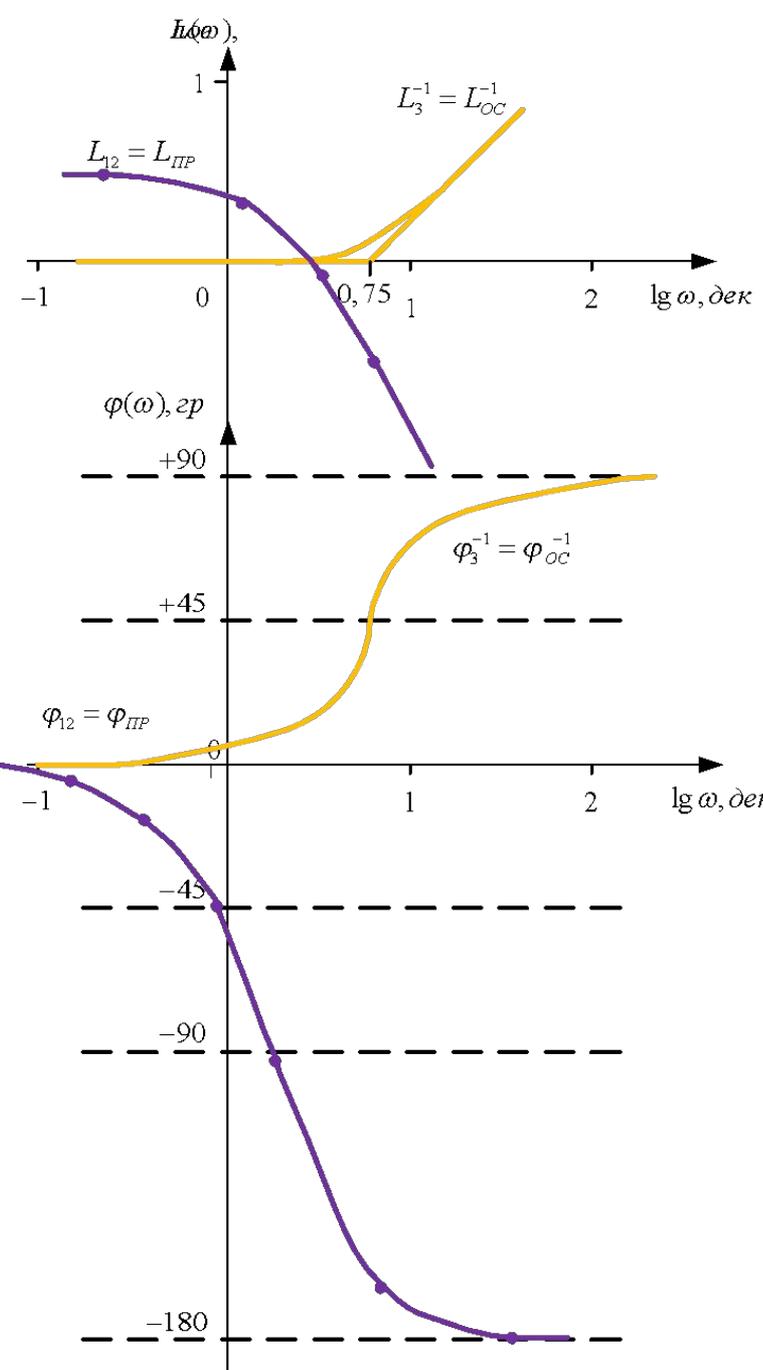


Построение ЛАЧХ и ЛФЧХ обратного канала L^{-1}_3
и φ^{-1}_3

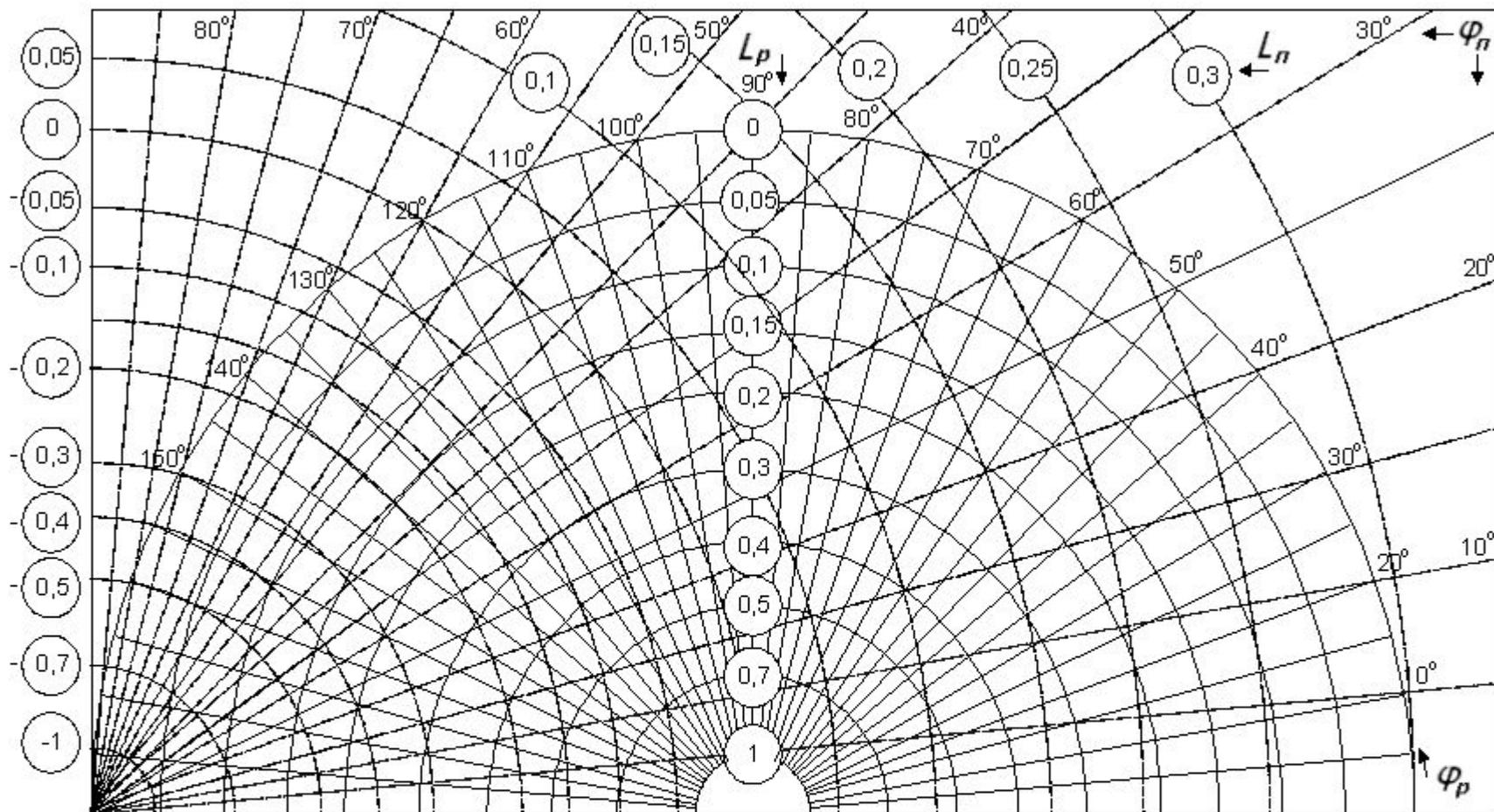
$$W_3(p) = \frac{k_2}{T_3 \cdot p + 1} = \frac{1}{0,176 \cdot p + 1} \quad \text{- инерционное звено}$$

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

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

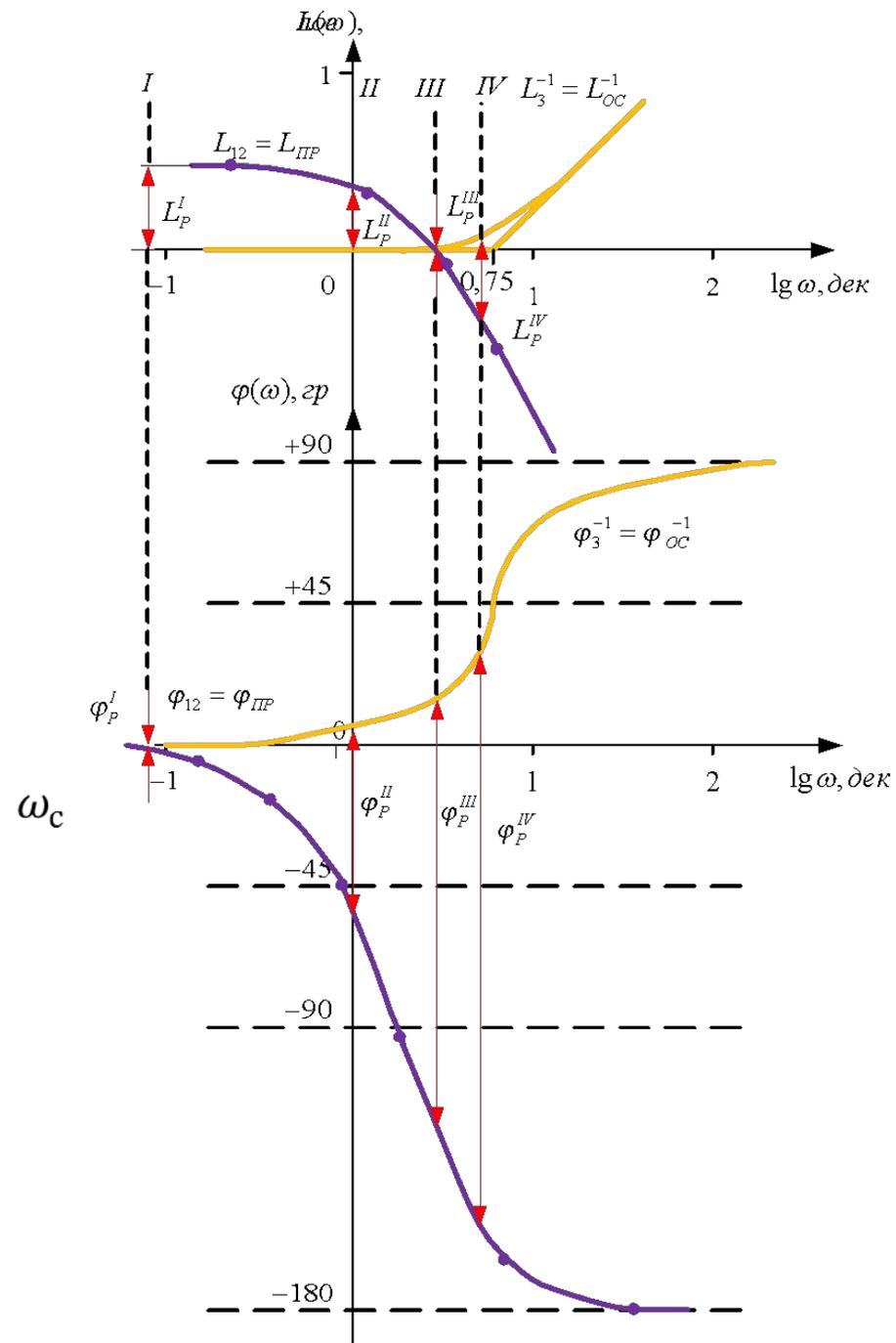


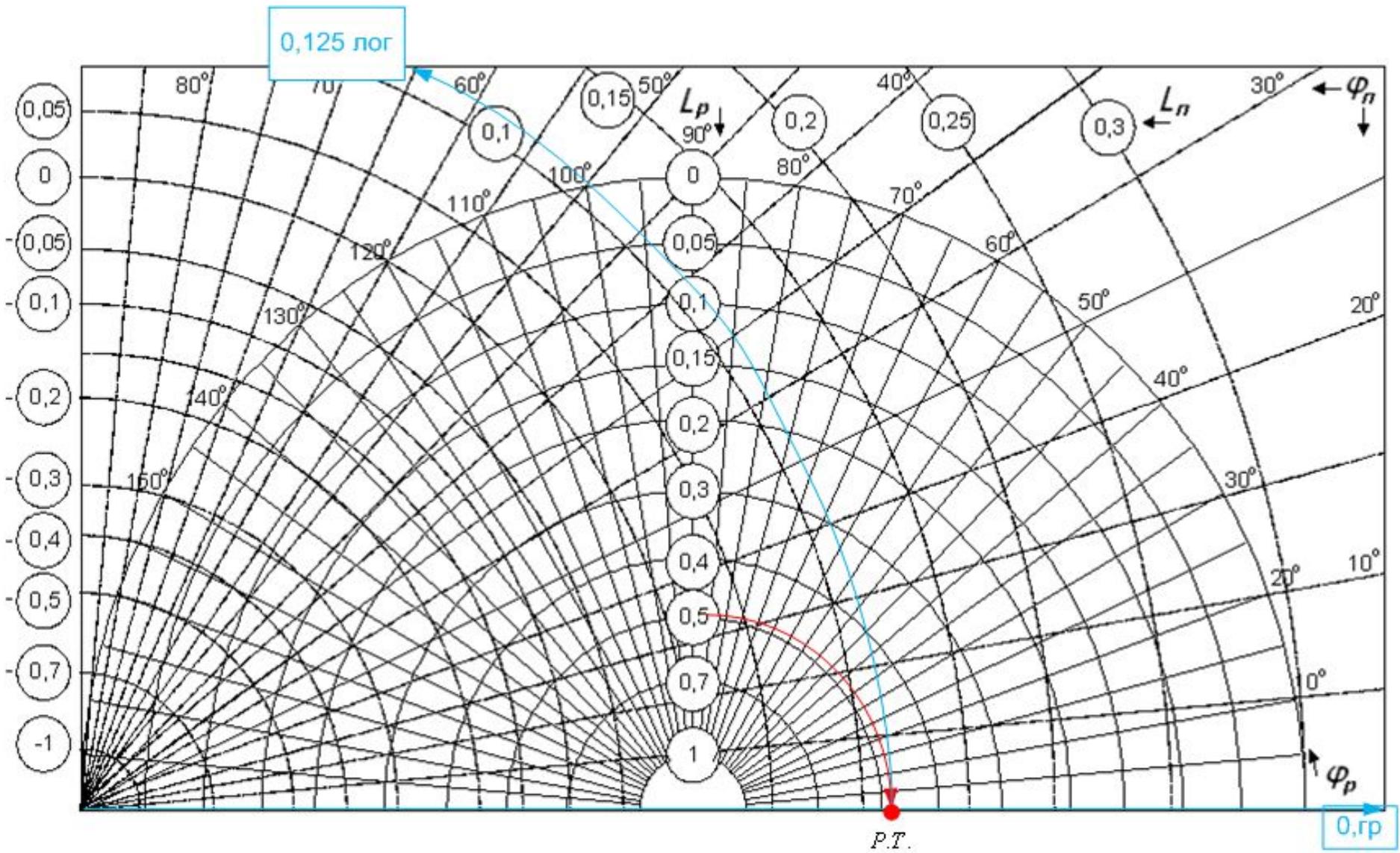
Номограмма для построения ЛЧХ при встречно-параллельном соединении звеньев



Составление по номограмме таблицы

	LQZ	$\varphi_P, \text{зр}$	LQZ	$\varphi_{II}, \text{зр}$
<i>I</i>	0,48	0	0,125	0
<i>II</i>	0,35	60	0,12	12
<i>III</i>	0	126	-0,05	63
<i>IV</i>	0,4	180	-0,28	0

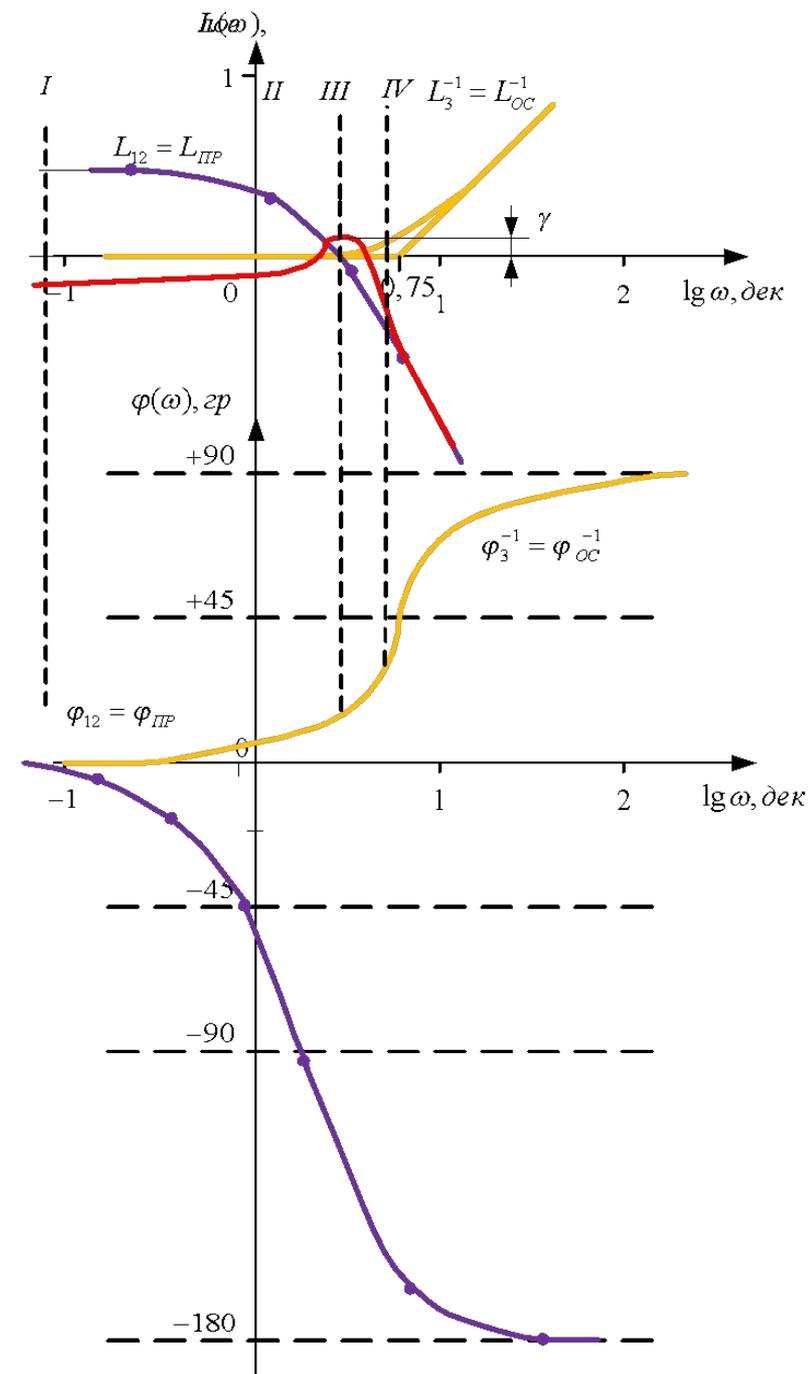




Расположение L_Σ :

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

Характер переходного процесса

При $|\varphi_P(\omega_C)| > 120^\circ$ или $L_{\Pi}(\omega_C) < 0$, переходный процесс будет иметь **колебательный** характер.

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

При $|\varphi_P(\omega_C)| < 120^\circ$ 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

$$\lg \omega_c = 0,39; \quad \omega_c = 10^{\lg \omega_c} = 10^{0,39} = 2,45 \text{ с}^{-1}.$$

Определяем γ :

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

Вычислим ξ :

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

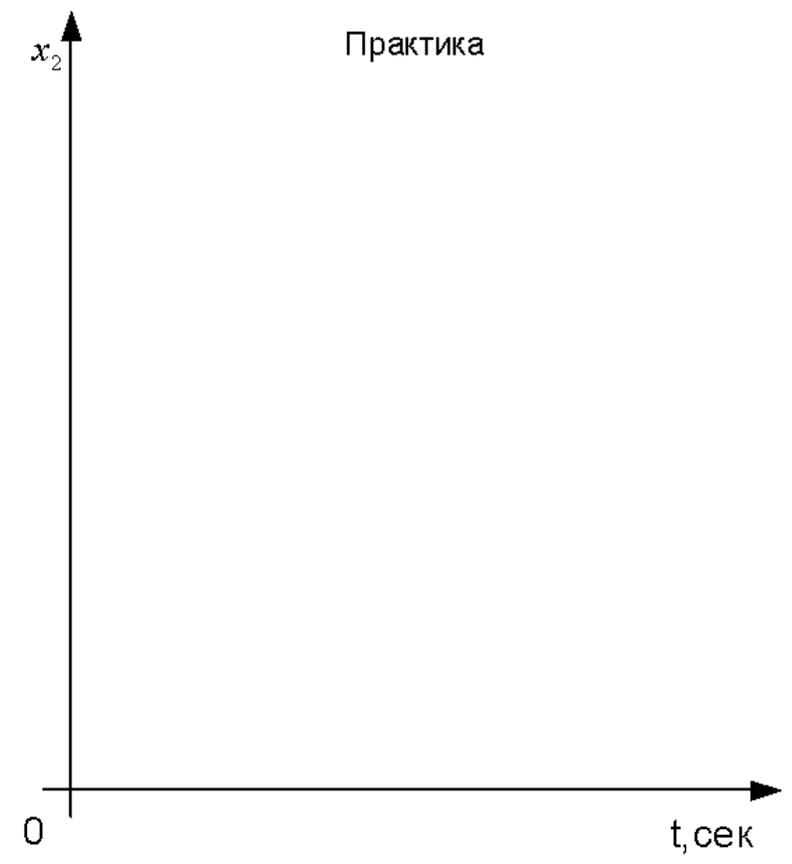
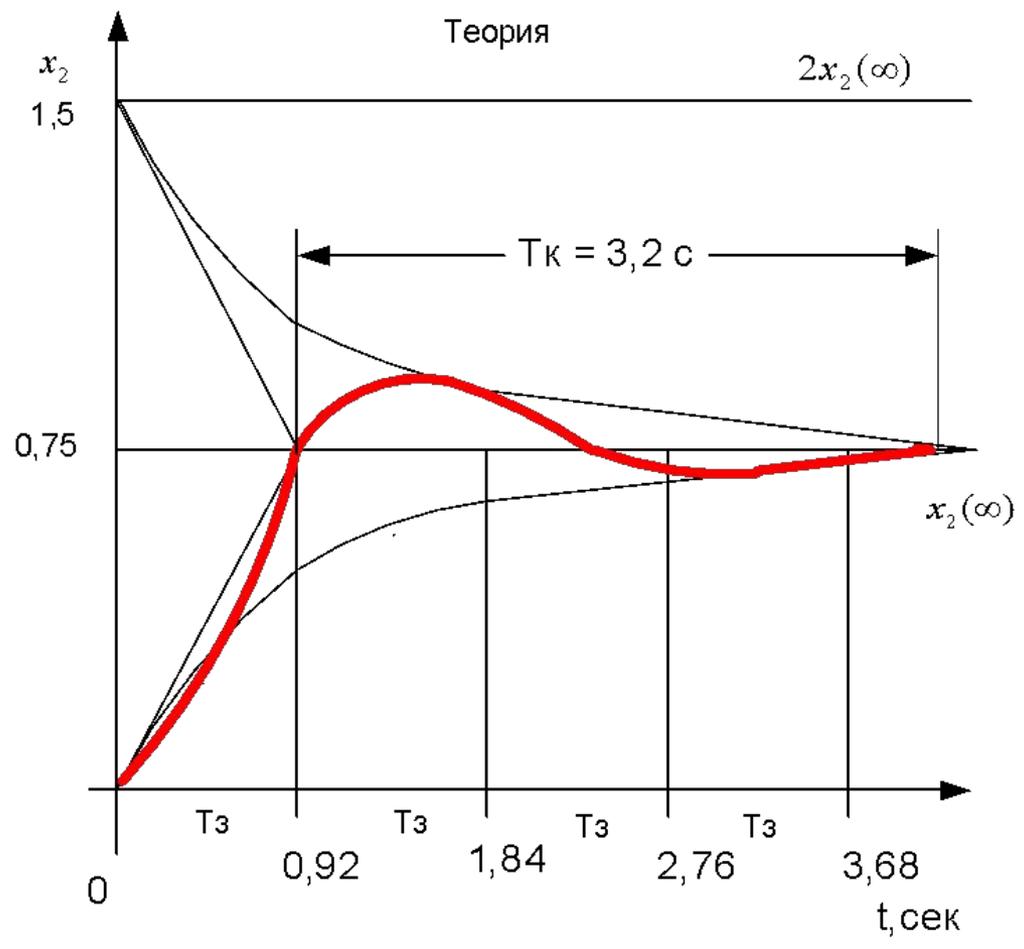
Тогд

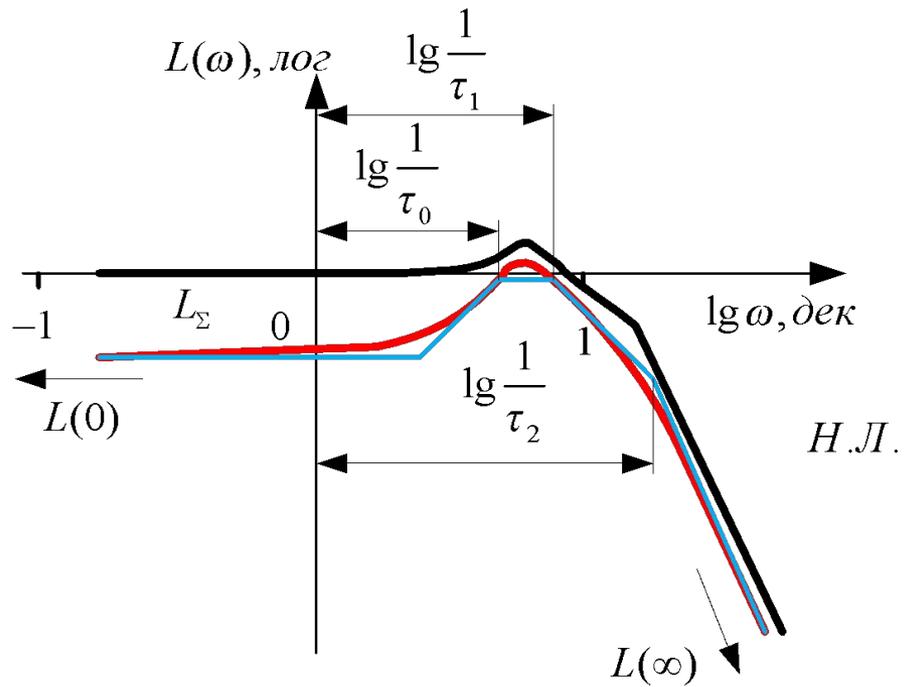
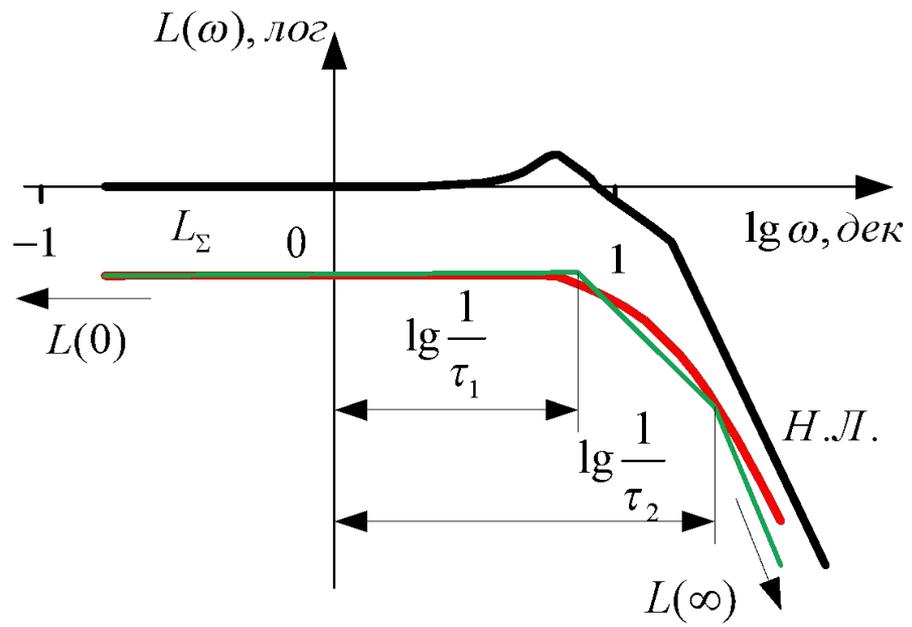
$$a \quad x(0) = 10^{L(\infty)} = 10^{-\infty} = 0;$$

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

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

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





Оценка показателей

1. **Время регулирования** t_p называется наименьший промежуток времени, по истечению которого кривая переходного процесса регулируемой величины будет (при своём дальнейшем изменении) отклоняться от установившегося значения не более чем на Δ . Примем $\Delta = 5\%$ от Δx_∞ .

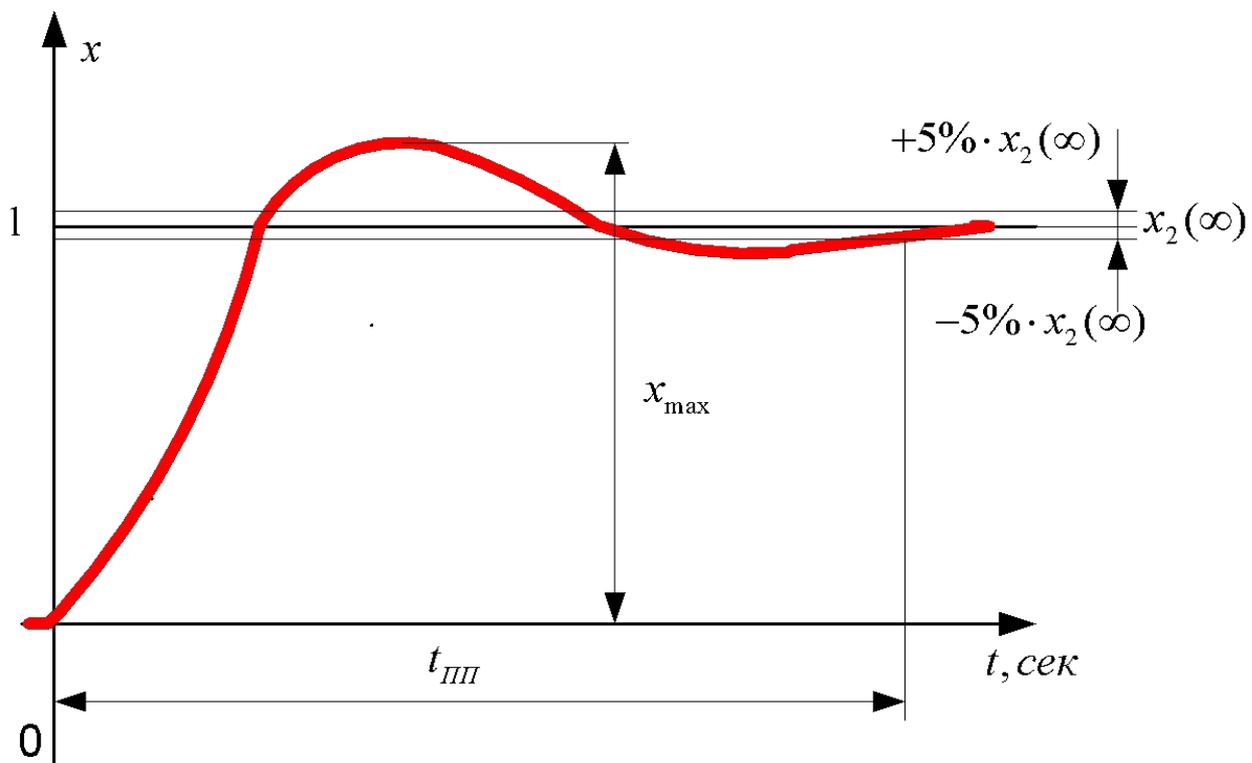
2. **Перерегулированием** называется отношение разности между максимальным и установившимся значением регулируемой величины к её установившемуся значению, умноженному на 100%:

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

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

<i>Показ.</i>	<i>Расч.</i>	<i>Эксп.</i>
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.