

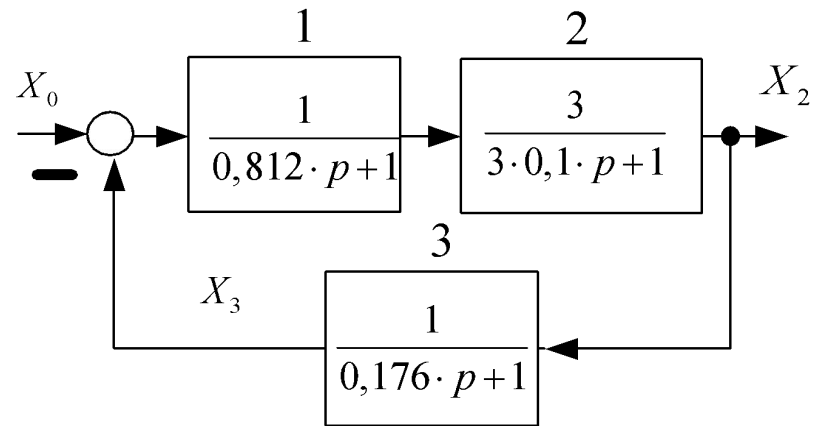
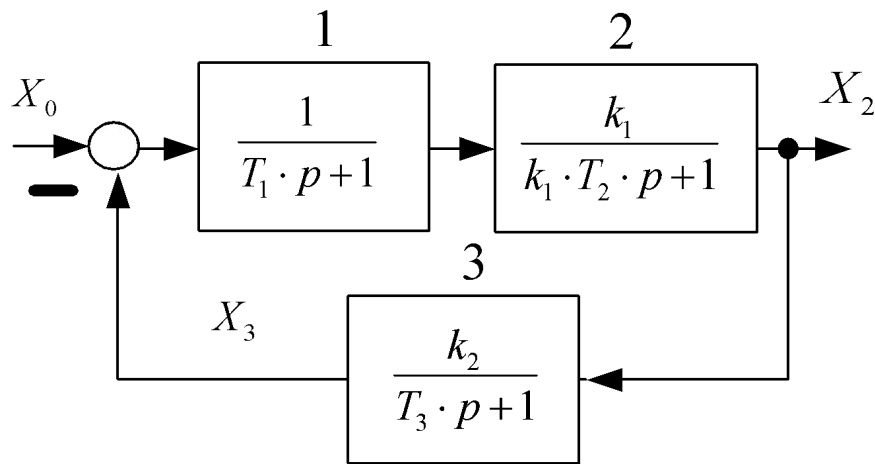
# Лабораторные работы

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

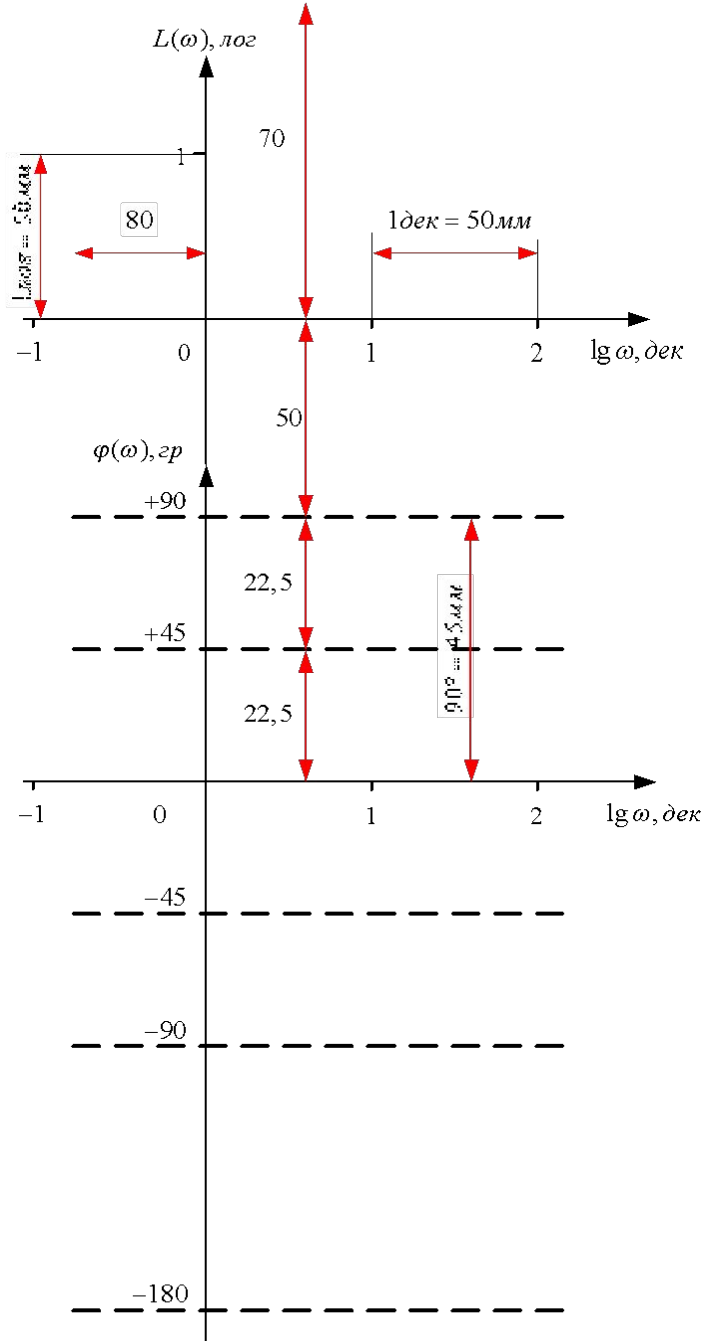
## *Программа самостоятельной работы*

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  $\varphi_{12}$

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

$$\lg 1 = 0;$$

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

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

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

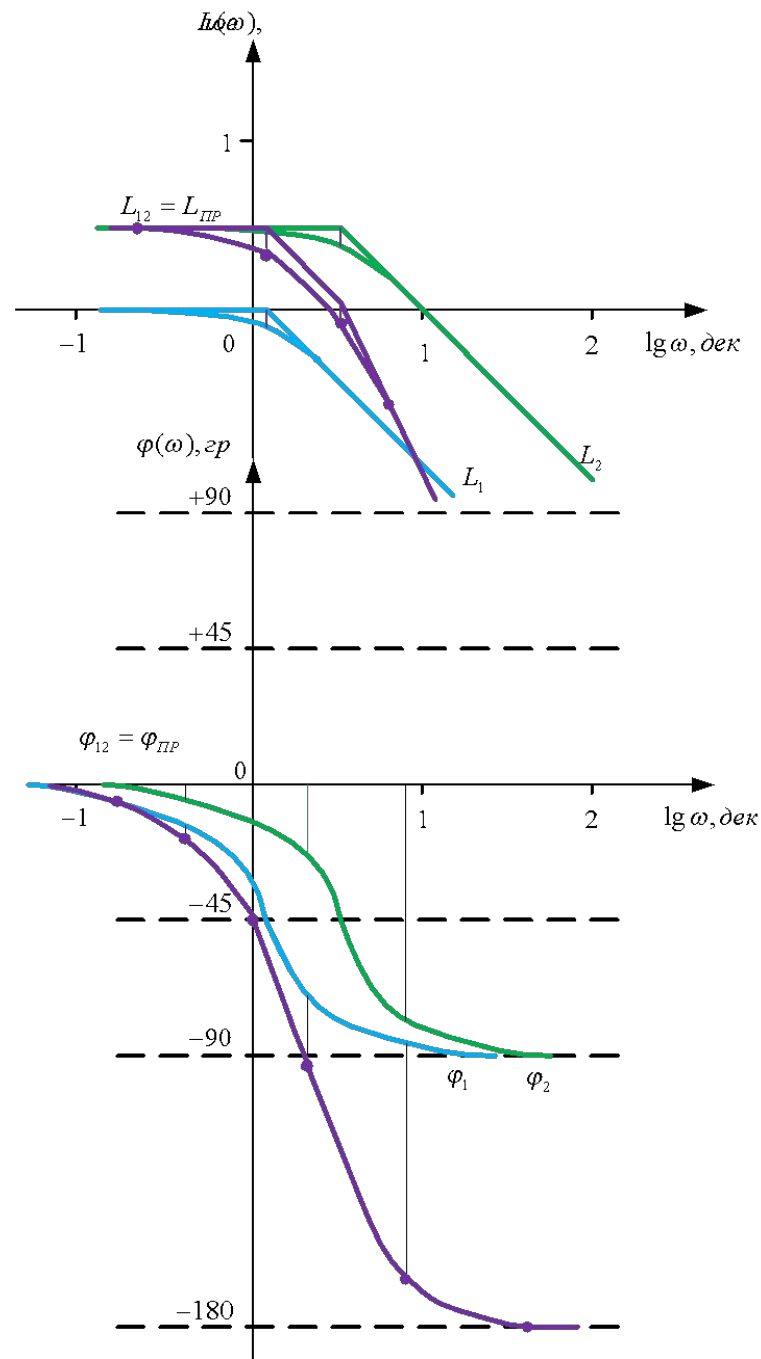
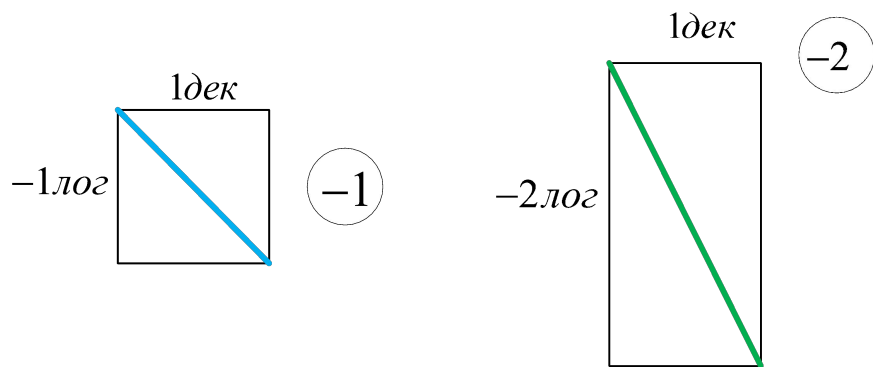


$$\lg 1 = 0;$$

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

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

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

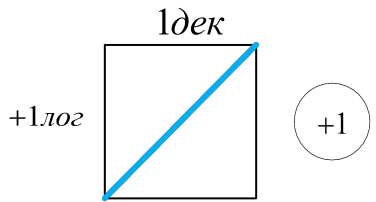
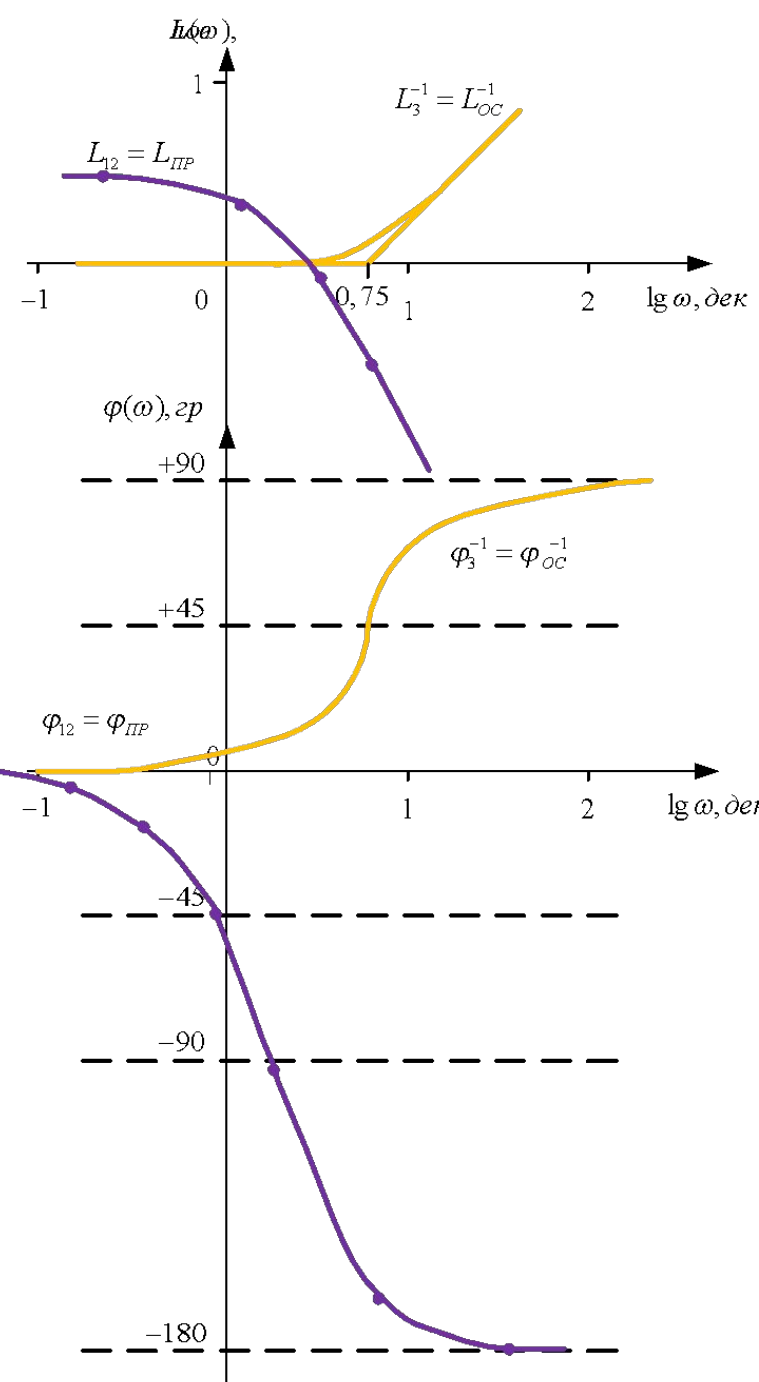


Построение ЛАЧХ и ЛФЧХ обратного канала  $L^{-1}_3$   
и  $\varphi^{-1}_3$

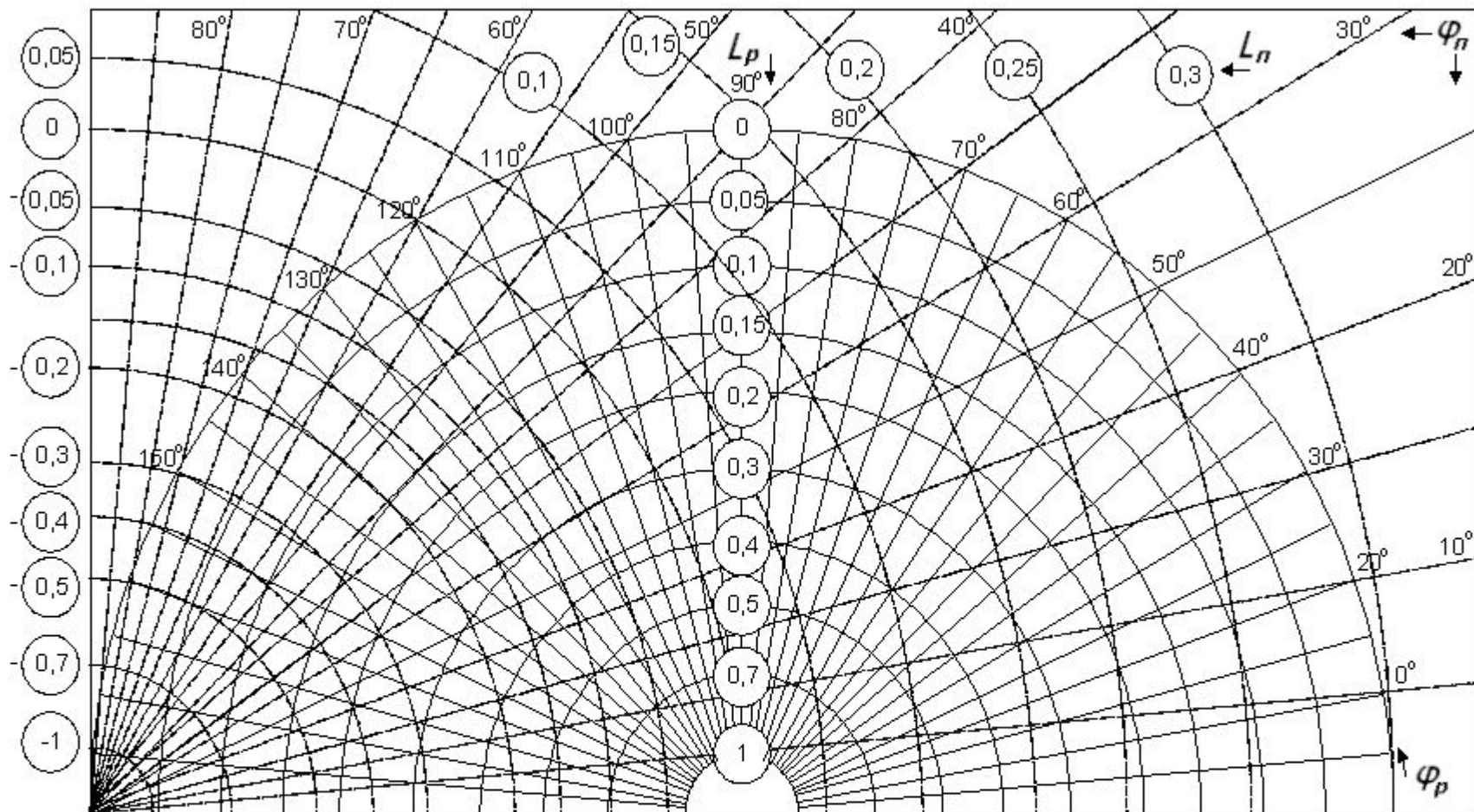
$$W_3(p) = \frac{k_2}{T_3 \cdot p + 1} = \frac{1}{0,176 \cdot p + 1} \quad \text{- инерционное звено}$$

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

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

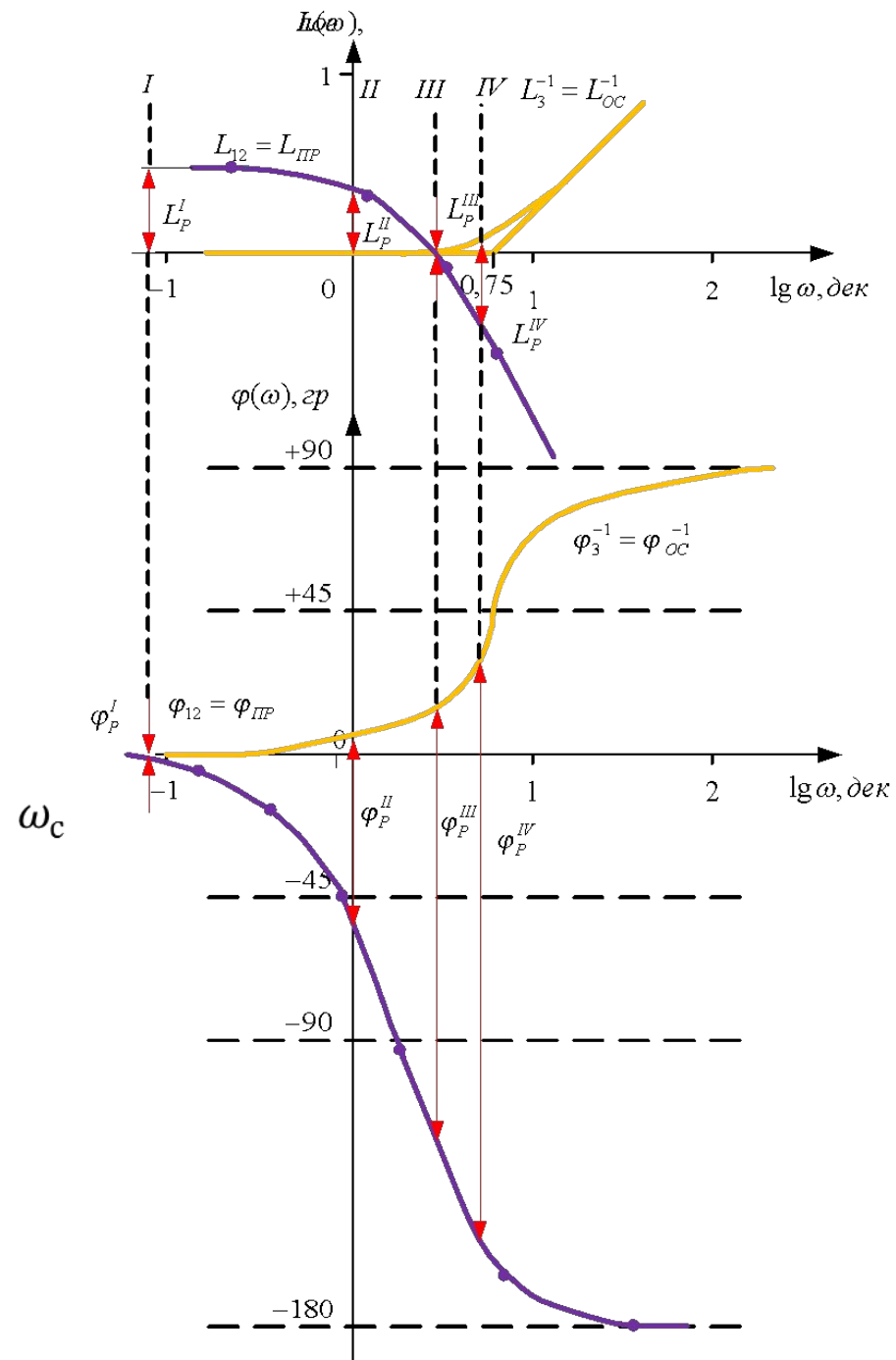


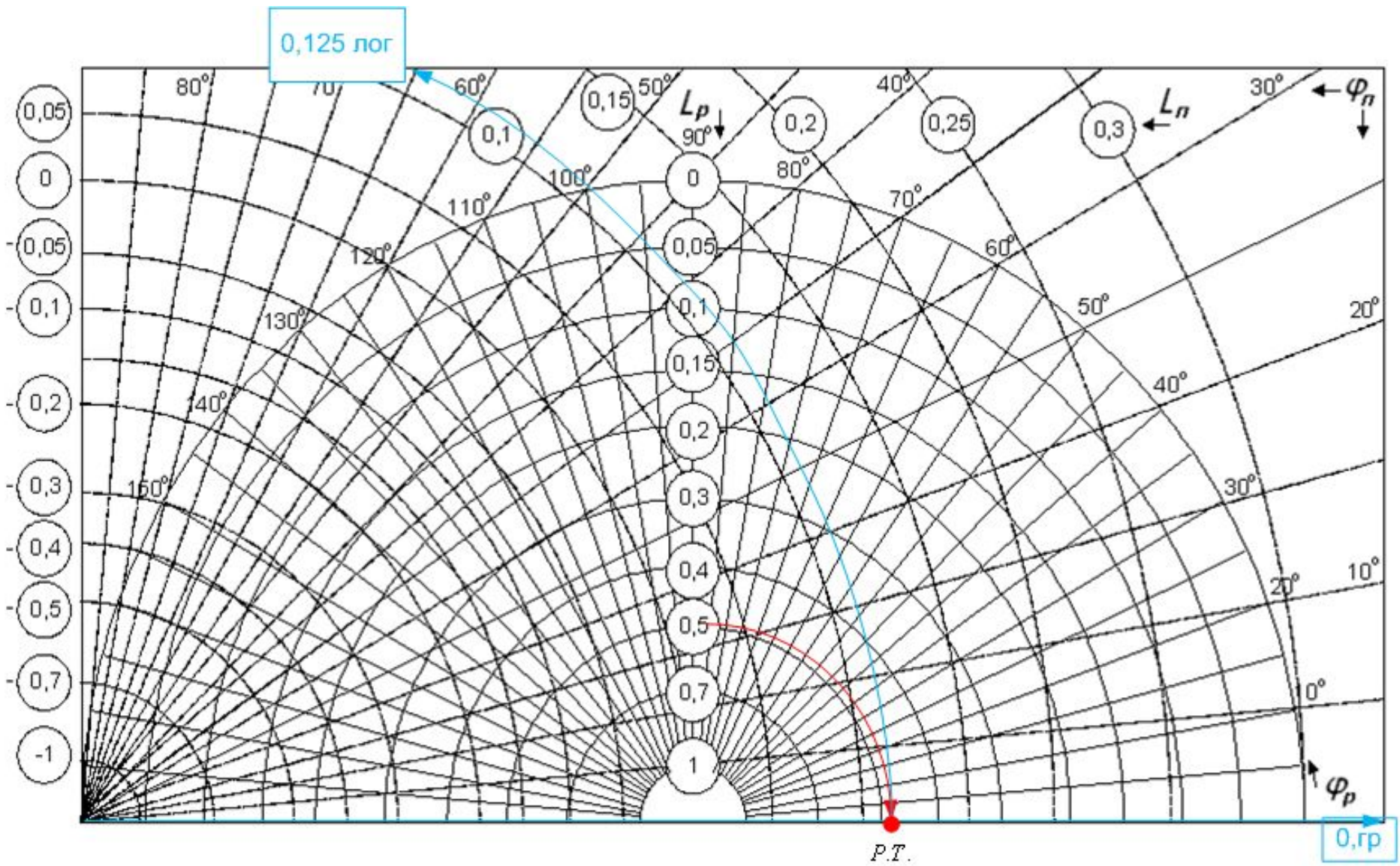
# Номограмма для построения ЛЧХ при встречно-параллельном соединении звеньев



# 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

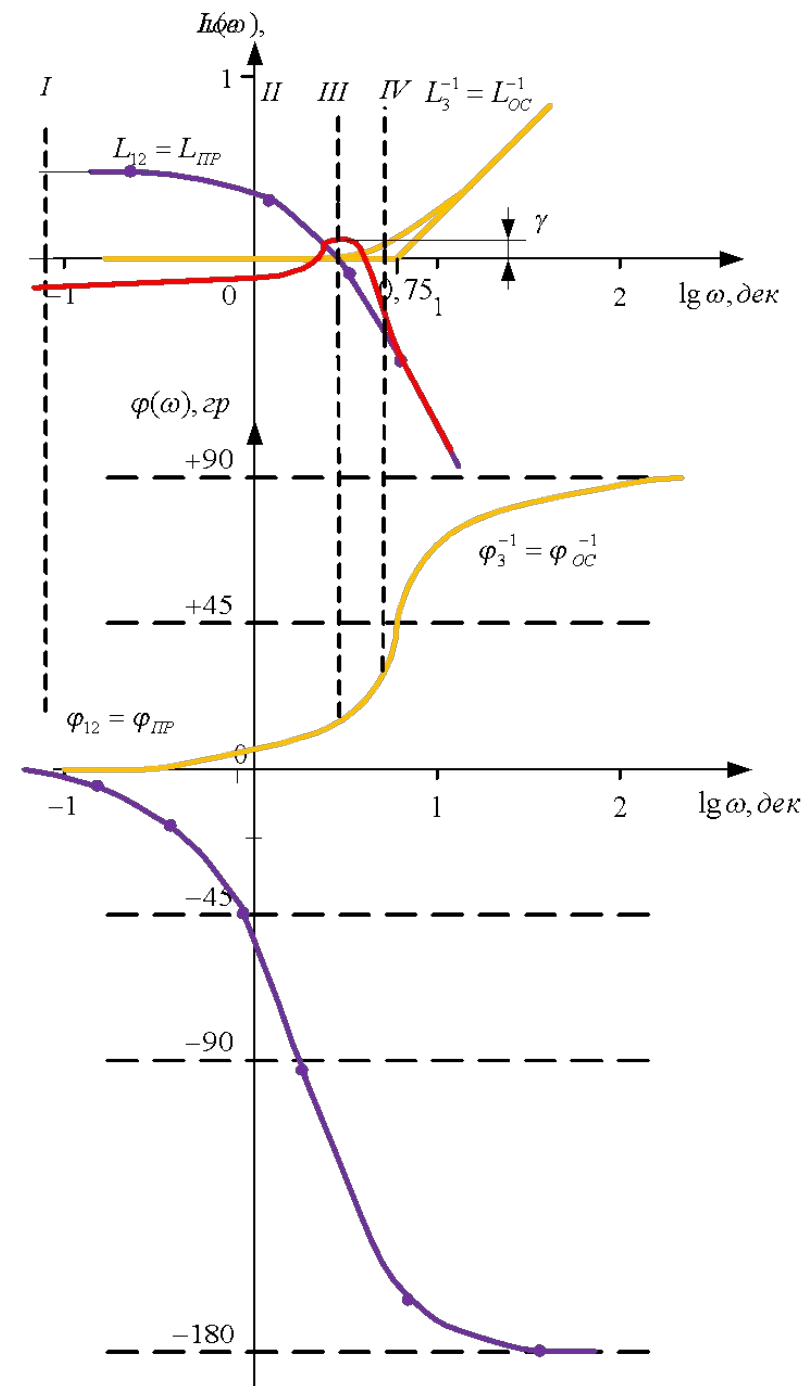




## Расположение $L_\Sigma$ :

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

	$L_\Pi$ лог
<b>I</b>	0,125
<b>II</b>	0,12
<b>III</b>	-0,05
<b>IV</b>	-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  $\gamma$ :

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

Вычислим  $\xi$ :

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

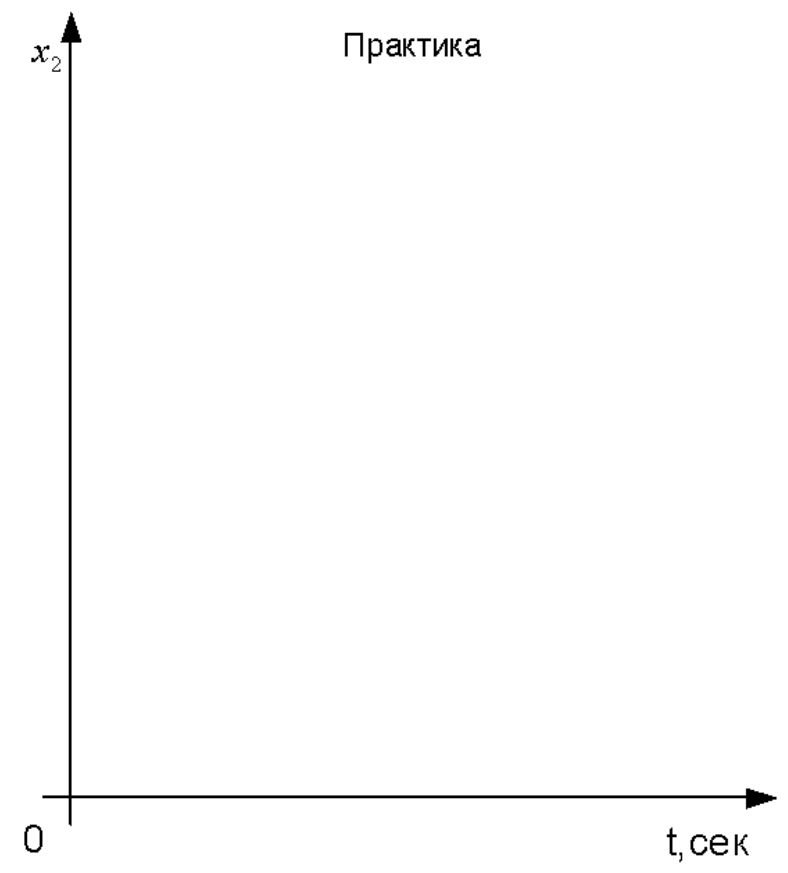
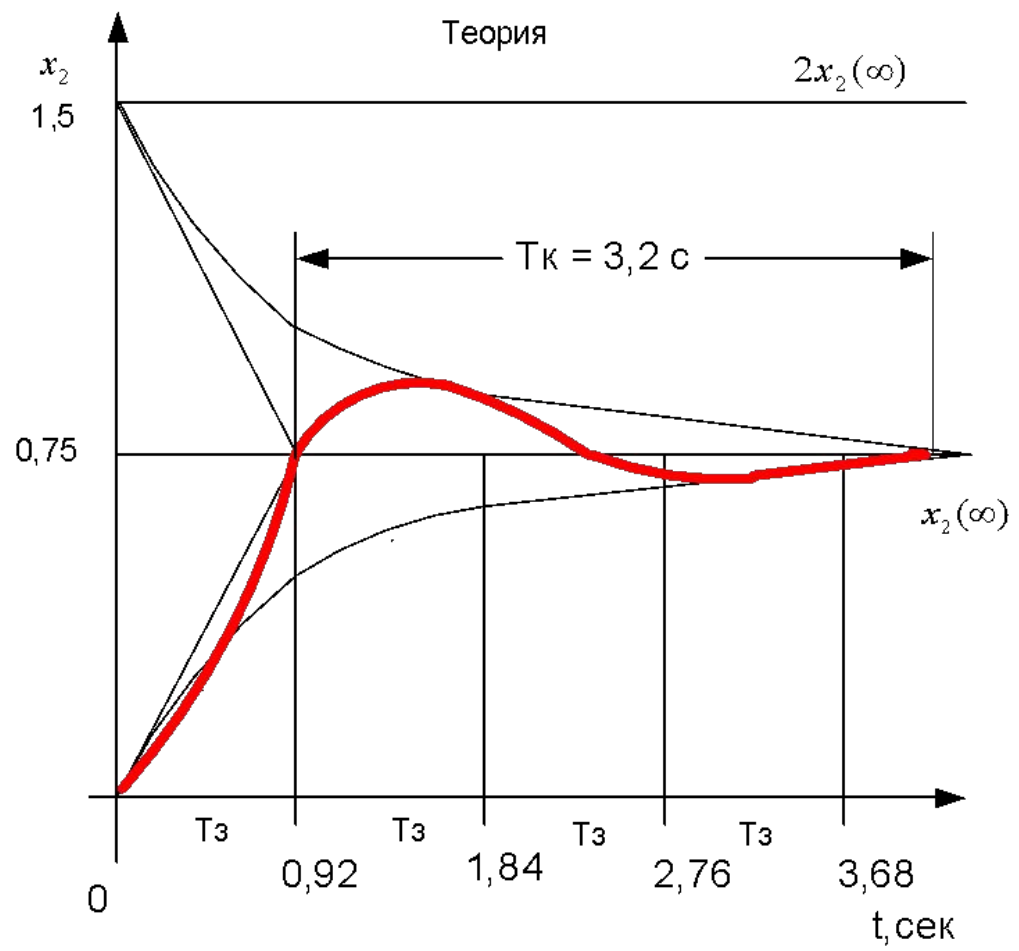
Тогда

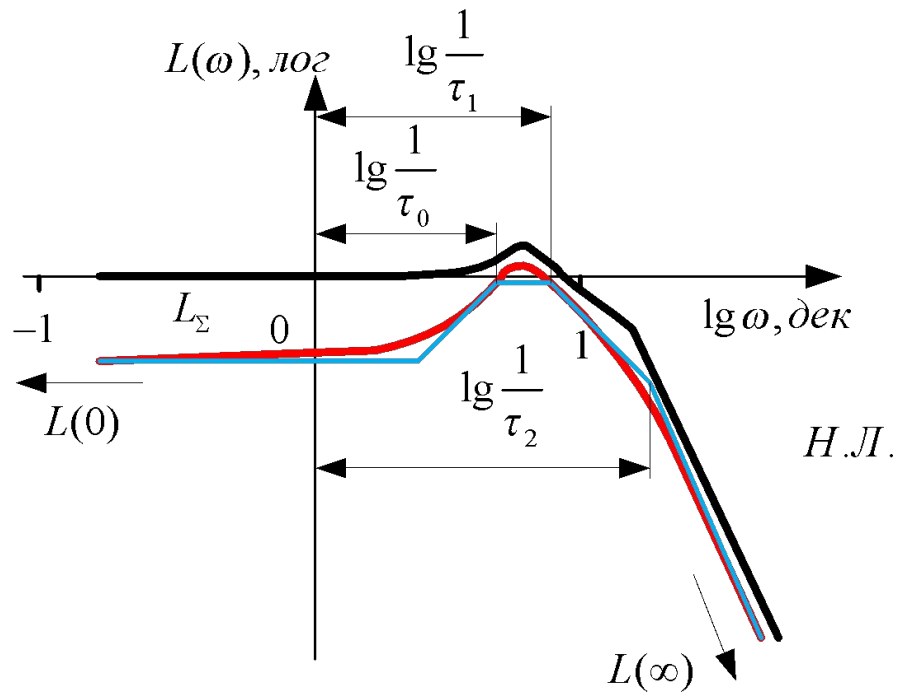
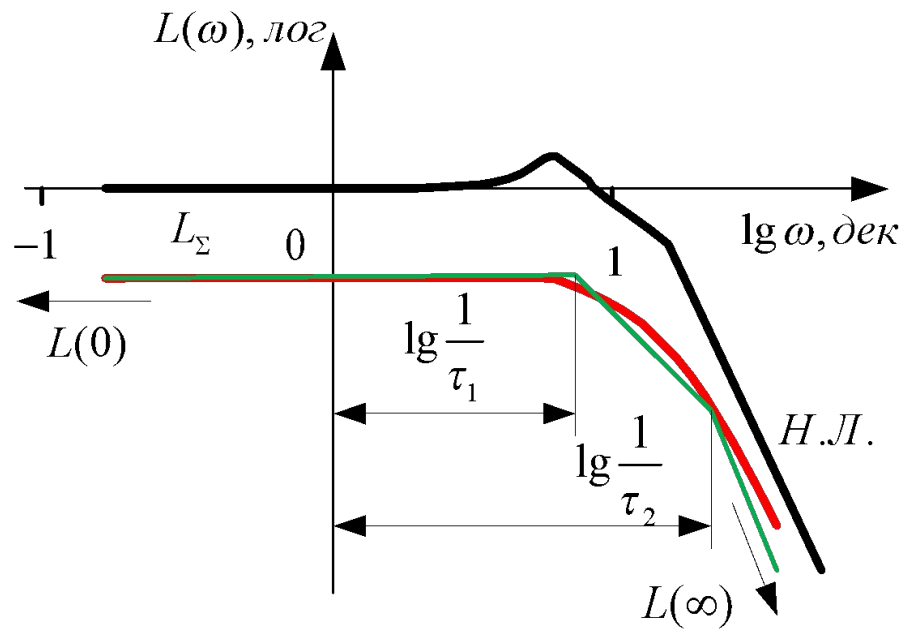
$$a) \quad x(0) = 10^{L(\infty)} = 10^{-\infty} = 0;$$

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

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

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





# 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  $\Delta$ . Примем  $\Delta = 5\%$  от  $\Delta x_\infty$ .

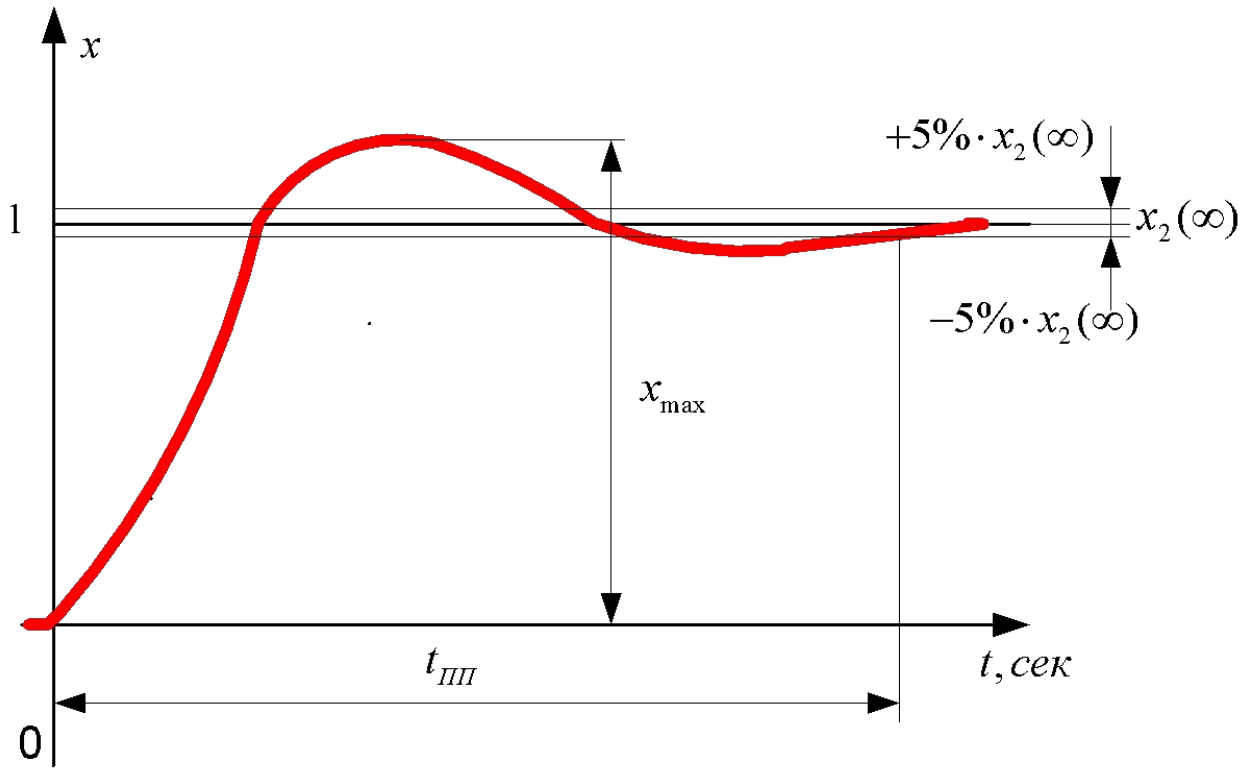
2. **Перерегулированием** называется отношение разности между максимальным и установившимся значением регулируемой величины к её установившемуся значению, умноженному на 100%:

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

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

<i>Показ.</i>	<i>Расч.</i>	<i>Эксп.</i>
$x_{\infty}$		
$x_m$		
$\sigma\%$		
$t_p, c$		
$M_{кол}$		

# 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.