

6 Показатели регулирувания САУ

Показатели качества управления

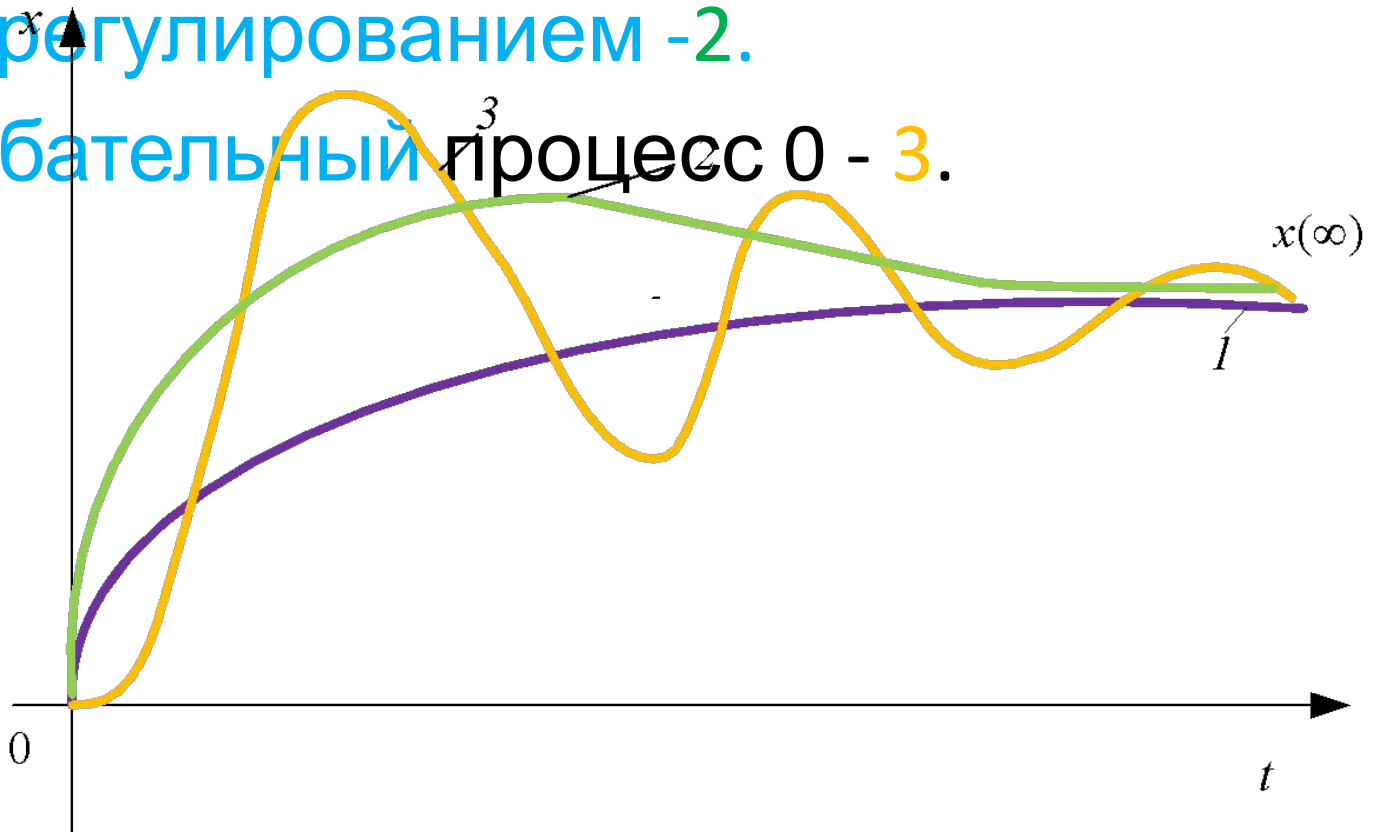
Так как условия работы САУ при ступенчатом скачкообразном воздействии являются наиболее неблагоприятными, то качество процессов управления принято оценивать именно по отношению к ступенчатому воздействию.

Основными показателями качества при ступенчатом воздействии принято считать следующие:

- **Время регулирования** или время переходного процесса
- **Перерегулирование** – в статических системах или относительное отклонение – в астатических системах
- **Колебательность**, т. е. число колебаний регулируемой величины за время переходного процесса.

Возможные графики изменений регулируемой величины САУ можно изобразить так:

- **Монотонный** процесс - 1.
- **Монотонный** процесс с перерегулированием - 2.
- **Колебательный** процесс 0 - 3.



Оценки показателей

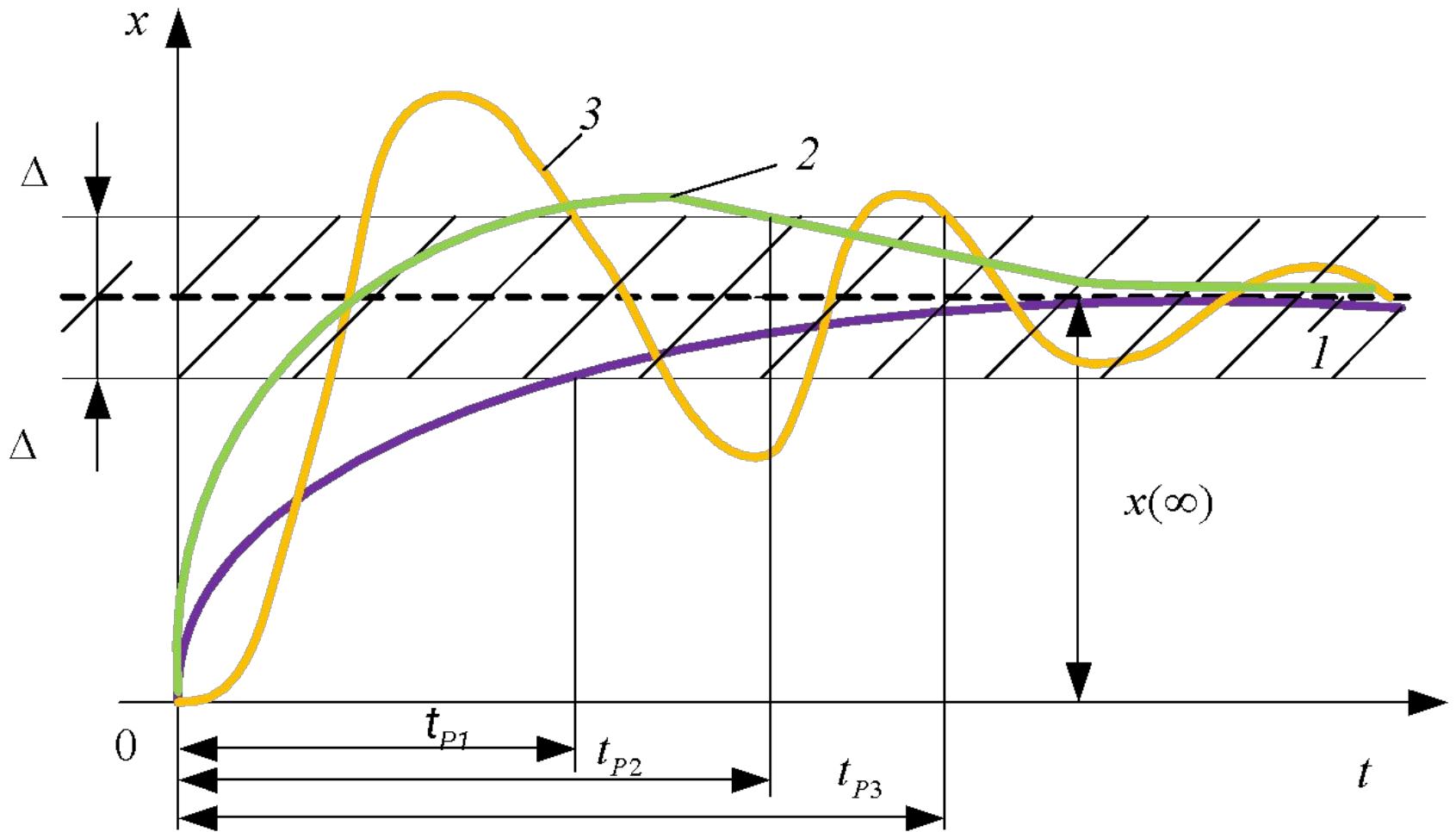
1 Временем переходного процесса называется наименьший промежуток времени, по истечению которого кривая переходного процесса регулируемой величины будет, при своем дальнейшем изменении, отклоняться от установившегося значения не более Δ чем на .

Ширина зоны $\pm\Delta$ довольно существенно влияет на $t_{\dot{I} \dot{I}}$.
Так для экспоненты при

$$\frac{\Delta}{x(\infty)} \cdot 100\% = 5\%; \quad t_{\dot{I} \dot{I}} = 3 \cdot T.$$

При $\frac{\Delta}{x(\infty)} \cdot 100\% = 2\%; \quad t_{\dot{I} \dot{I}} = 4 \cdot T.$

Обычно принимают $\frac{\Delta}{x(\infty)} \cdot 100\% = 5\%.$



Если t_p – время регулирования, условие для его определения можно сформулировать так

$$\left| \frac{x(t) - \Delta x(\infty)}{x(\infty)} \right| \cdot 100\% \leq \Delta,$$

где $x(t)$ -текущее отклонение регулируемой величины.

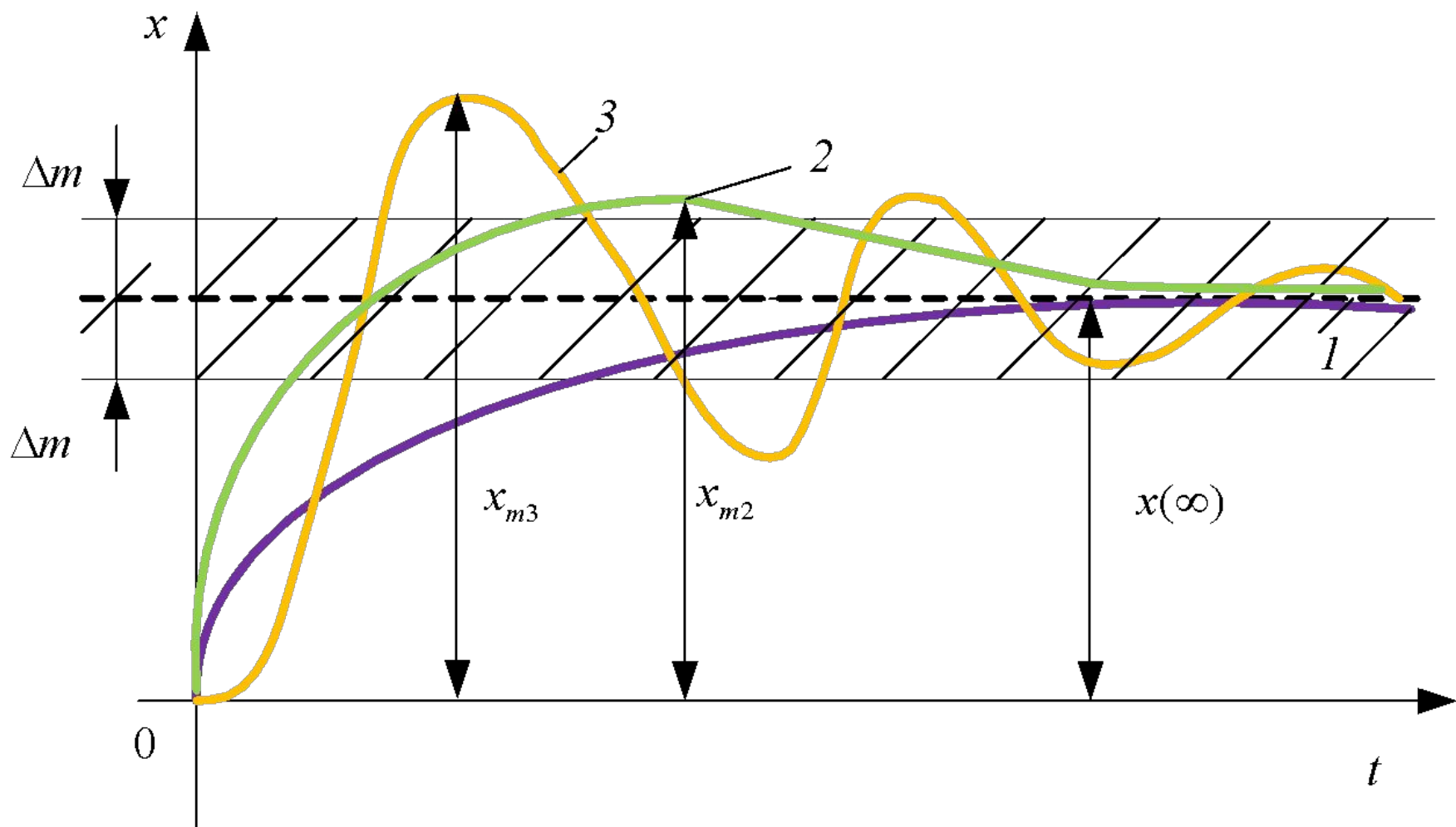
2 Перерегулирование

Перерегулированием называется отношение разности между максимальным и установившимся значением регулируемой величины к ее установившемуся значению и умноженному на 100%

$$\sigma_m = \left| \frac{x_{\max} - x(\infty)}{x(\infty)} \right| \cdot 100\%,$$

где x_{\max} – максимальное значение регулируемой величины;

$x(\infty)$ – установившееся значение регулируемой величины.



Допустимое перерегулирование определяется конкретными условиями работы САУ. Для систем регулирования скорости обычно допускают $\sigma_m = (18...25)\%$.

Для тех переходных процессов, где начинаются и кончаются значения регулируемой величины одинаково, например, для астатических систем, понятие перерегулирования теряет смысл. Оно заменяется понятием относительного максимального отклонения. **Относительным максимальным отклонением** называется отношение первого максимального отклонения регулируемой величины к заданному значению регулируемой величины.

3 Колебательность

Колебательность переходных процессов характеризуют часто числом колебаний M регулируемой величины за время переходного процесса. Обычно принимают $M \leq 3$.

Например, для колебательного процесса

$$x = 1 - \frac{e^{-\xi \omega_0 t}}{\sqrt{1 - \xi^2}} \cdot \sin\left(\omega_0 \sqrt{1 - \xi^2} \cdot t + \varphi\right),$$

время затухания равно $T_{\text{зат}} = \frac{1}{\xi \cdot \omega_0}$,

время колебаний $T_{\text{к}} = \frac{2\pi}{\omega_K} = \frac{2\pi}{\omega_0 \sqrt{1 - \xi^2}}$,

где ξ - относительный коэффициент затухания;

$\omega_0 = \frac{1}{T}$, T - постоянная времени.

Тогда $t_p = (3 \dots 4) \cdot T = \frac{\pi}{\xi \cdot \omega_0}$;

$$\sigma = e^{-\frac{T_K}{2T_{\text{зат}}}}; \quad M = \frac{t_p}{T_K} = \frac{\pi}{\xi \cdot \omega_0} \cdot \frac{\omega_0 \cdot \sqrt{1 - \xi^2}}{2 \cdot \pi} = \frac{\sqrt{1 - \xi^2}}{2 \cdot \xi}.$$

Суждение о качестве переходного процесса по запасу устойчивости

- Если принять замкнутую систему как систему с единичной ОС, то результирующую кривую переходного процесса можно аппроксимировать переходной функцией колебательного звена.
- Зная $\varphi_P(\omega_C)$ и ΔL можно с ходу оценить, какой процесс будет происходить

$\Delta\varphi$	$\varphi_P(\omega_C)$	ΔL	t_P	σ	M
$>90^\circ$	$\leq 90^\circ$	≥ 1	$\frac{3}{\omega_{CP}}$	0	0
60°	120°	0,75	$\frac{\pi}{\omega_{CP}}$	(5...18)%	0,5...1
45°	135°	0,7	$\approx \frac{\pi}{\omega_{CP}}$	20%	1...2
30°	150°	0,5	$\frac{\pi}{\omega_{CP} \cdot \xi}$	(40...50)%	2...3
10°	170°	0,2	$\frac{\pi}{\omega_{CP} \cdot \xi}$	90%	4...5