6 Показатели регулирования САУ

Показатели качества управления

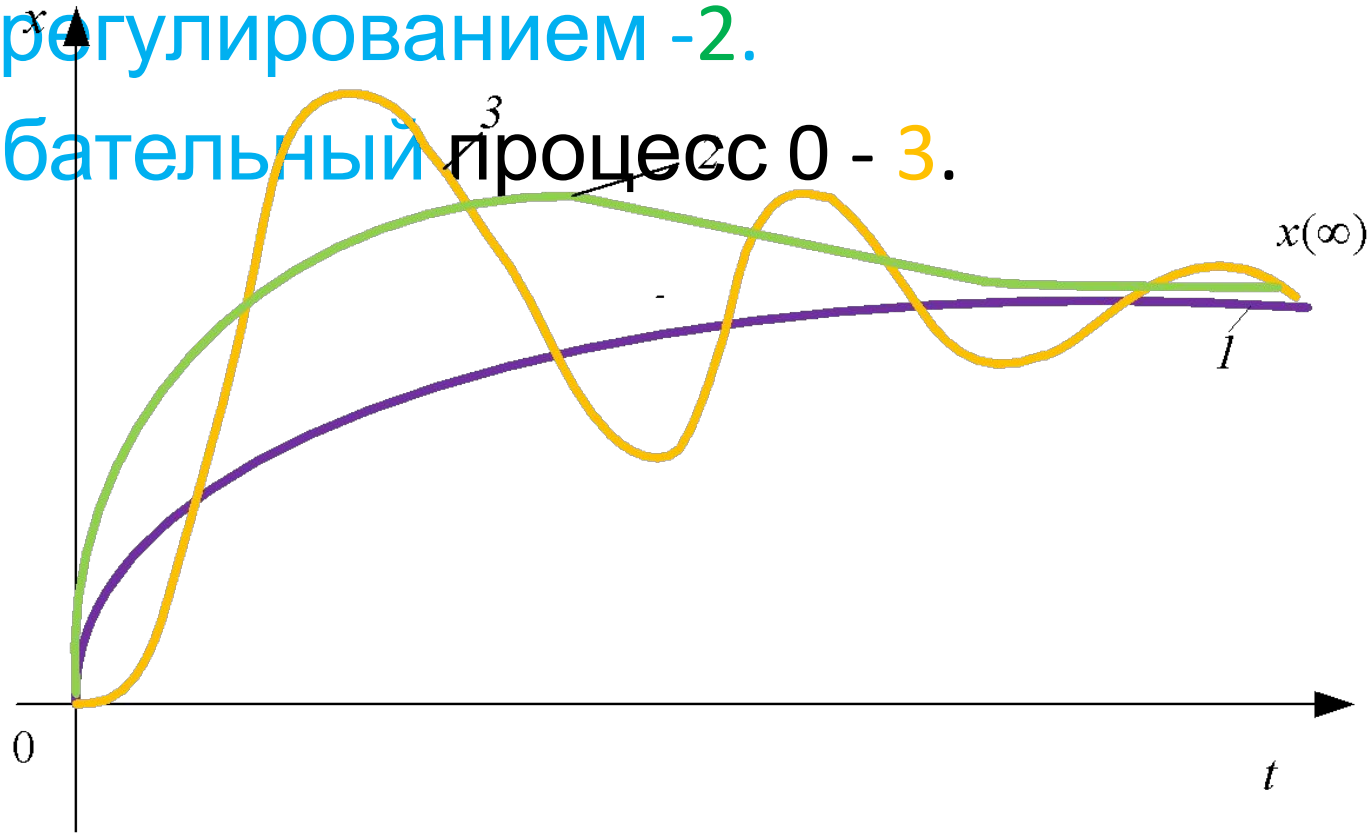
Так как условия работы САУ при ступенчатом скачкообразном воздействии являются наиболее неблагоприятными, то качество процессов управления принято оценивать именно по отношению к ступенчатому воздействию.

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 качества

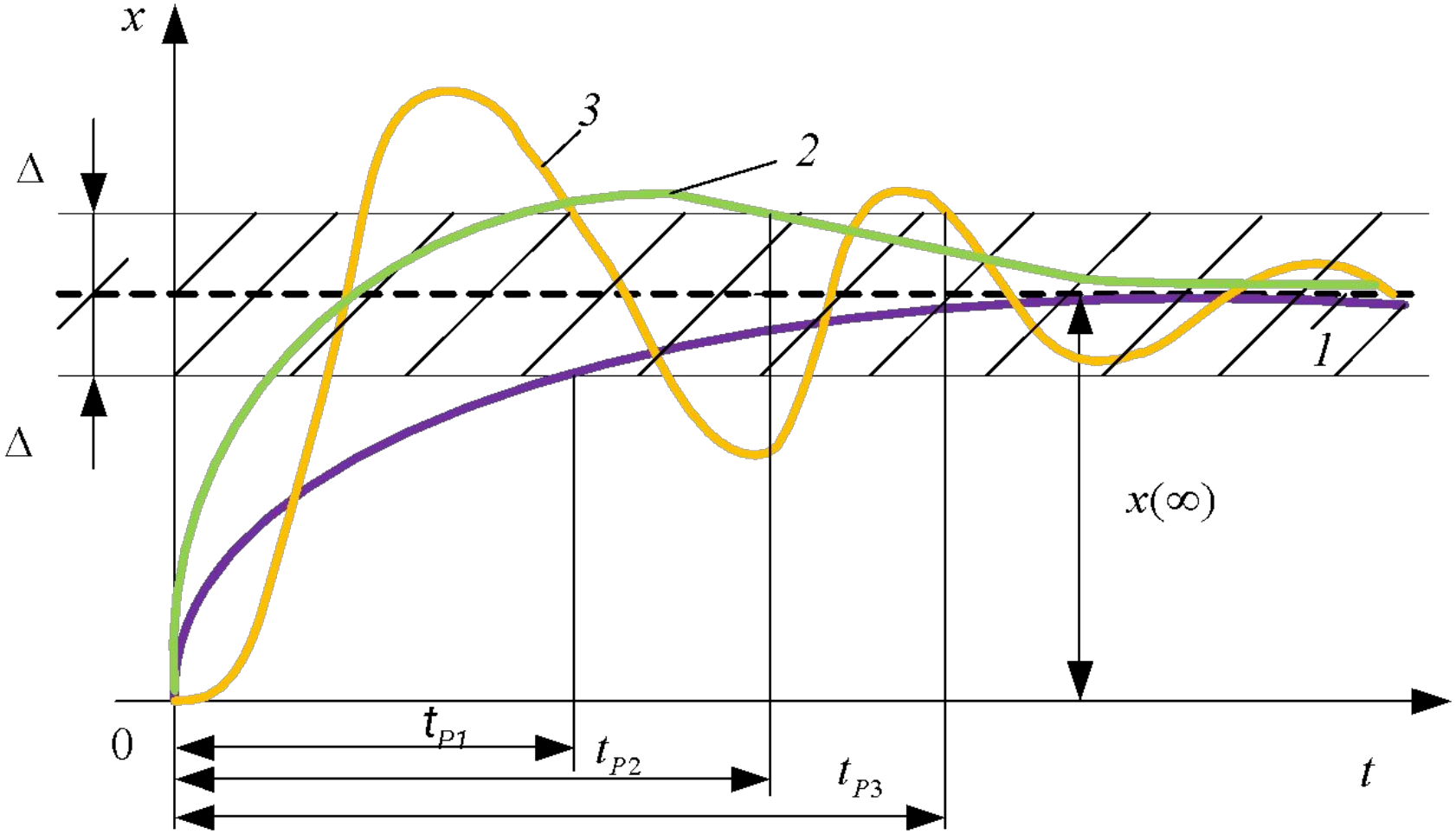
1 Временем переходного процесса называется наименьший промежуток времени, по истечению которого кривая переходного процесса регулируемой величины будет, при своем дальнейшем изменении, отклонятся от установившегося значения не более чем на Δ.

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

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

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

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


x
3
2
Δ
Δ
1
x(∞)
0
t_{P1}
t_{P2}
t_{P3}
t

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

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

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

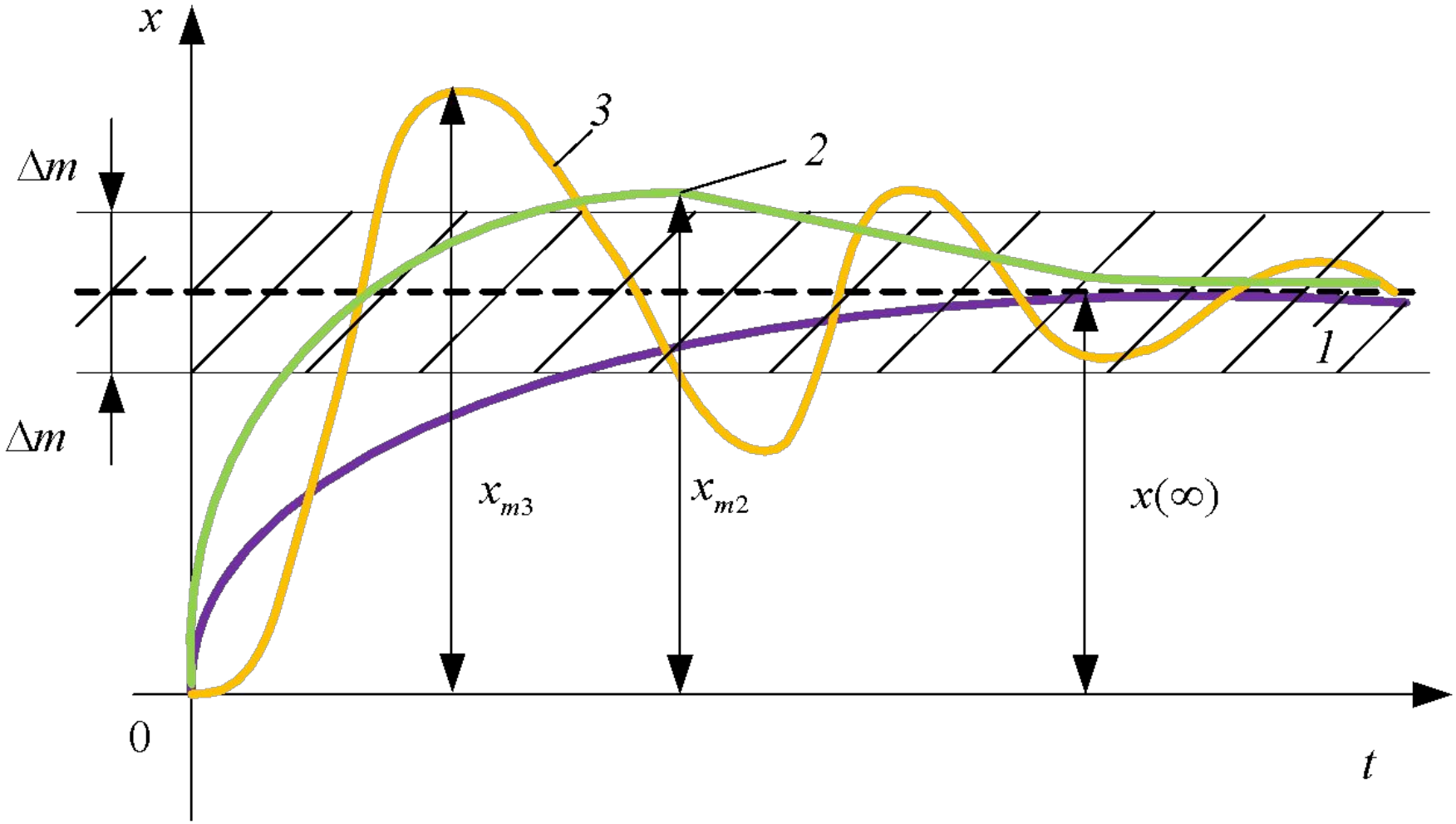
2 Перерегулирование

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.


x
Δm
Δm
3
2
1
x_{m3}
x_{m2}
$x(\infty)$
0
t

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 <= 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 $T_{ÇÀÒ} = \dfrac{1}{\xi \cdot \omega_0}$,

время колебаний $T_{\hat{E}} = \dfrac{2\pi}{\omega_K} = \dfrac{2\pi}{\omega_0 \sqrt{1-\xi^2}}$,

где ξ - относительный коэффициент затухания;

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

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

$$\sigma = e^{-\frac{T_K}{2T_{\text{ЗАТ}}}};$$

$$M = \frac{t_p}{T_K} = \frac{\pi}{\xi \cdot \omega_0} \cdot \frac{\omega_0 \cdot \sqrt{1-\xi^2}}{2 \cdot \pi} = \frac{\sqrt{1-\xi^2}}{2 \cdot \xi}.$$

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°	≤90°	≥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