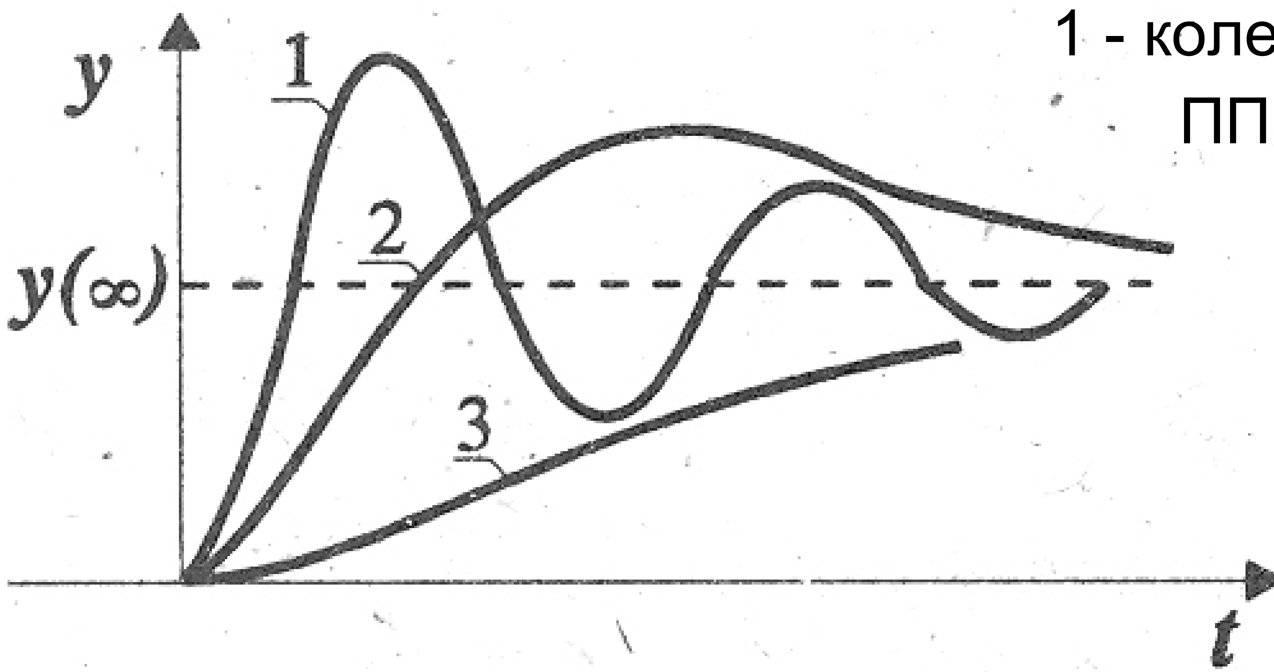
20. Показатели на качеството на ПП

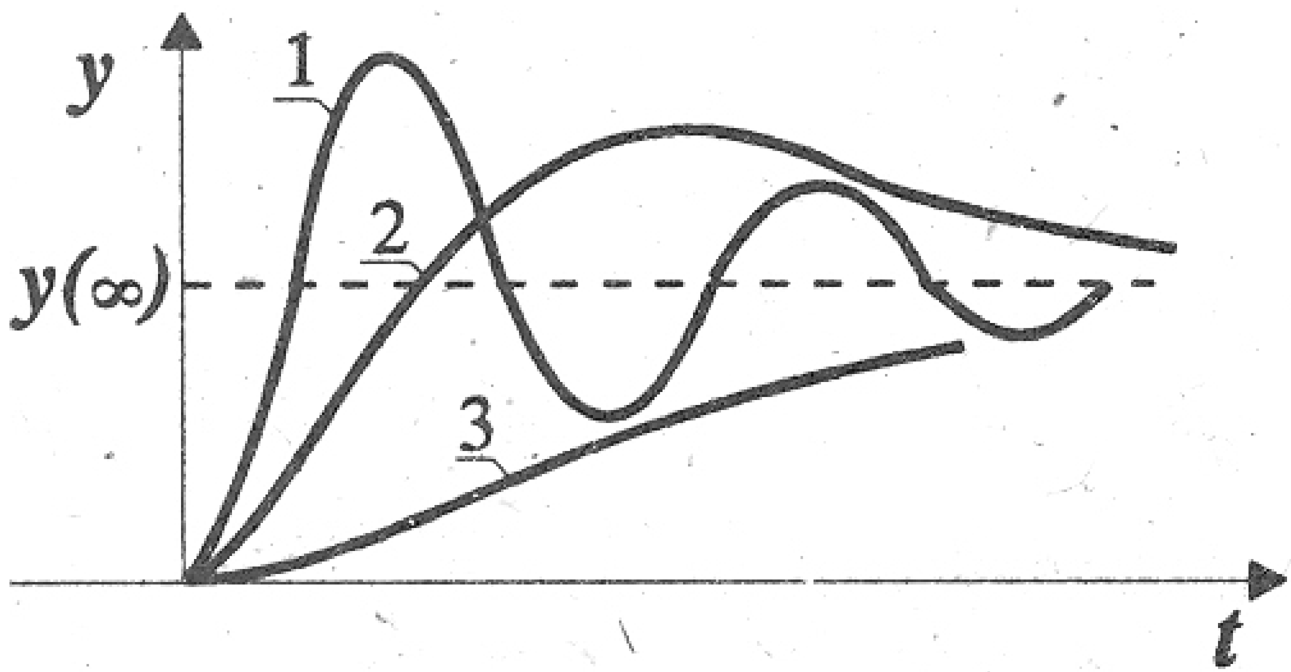
1. **Видове преходни процеси (ПП) –** в устойчивите затворени САУ протичат два основни вида процеси – колебателни и апериодични.

(a) ***Колебателен ПП*** – характеризира се с многократно преминаване на регулируемата променлива през новата установена стойност.



1 - колебателен ПП.

(б) ***Апериодичен ПП –*** преминава през установената си стойност не повече от един път и асимптотично се стреми към нея при $t \to \infty$. В случая, когато производната му не сменя своя знак, ПП е и ***монотонен***.

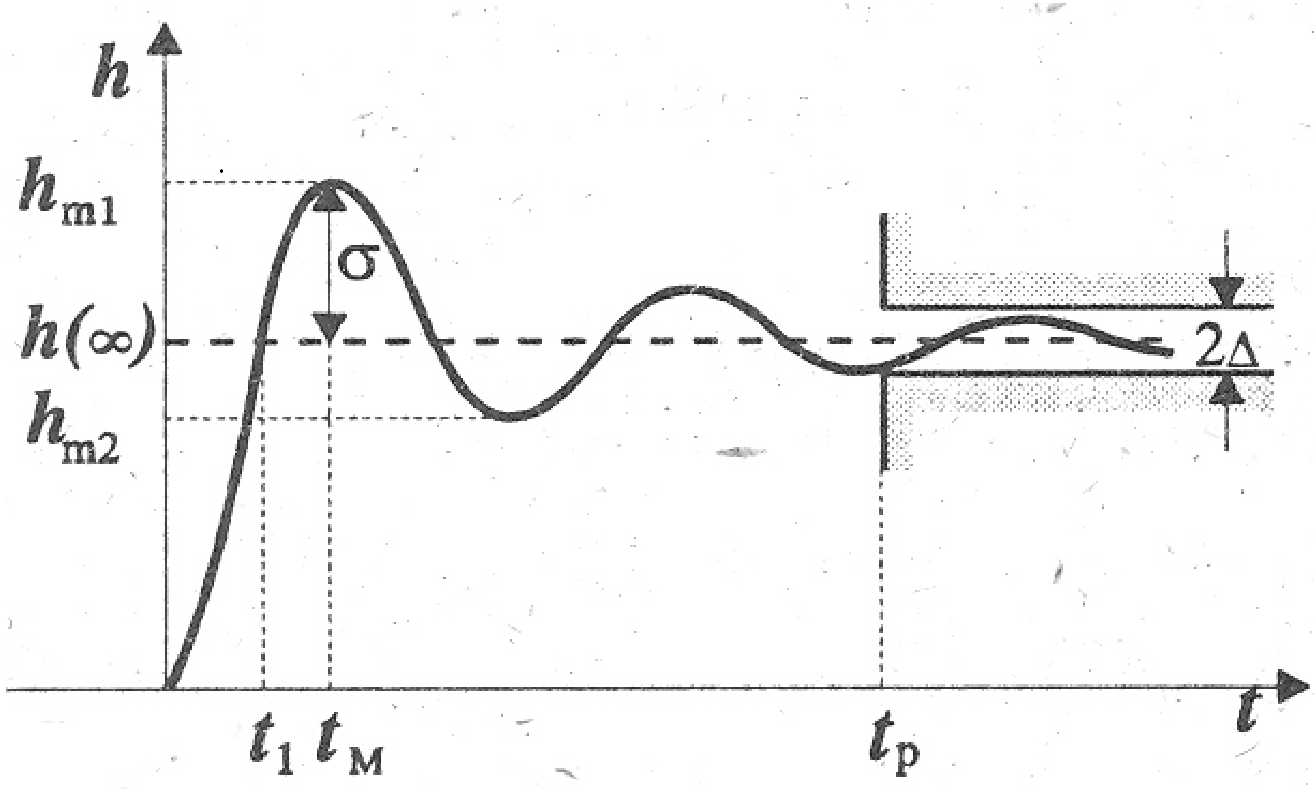


2 – апериодичен ПП

3 – апериодичен монотонен ПП

2. Показатели на качеството – служат за количествена оценка на качеството на преходните процеси

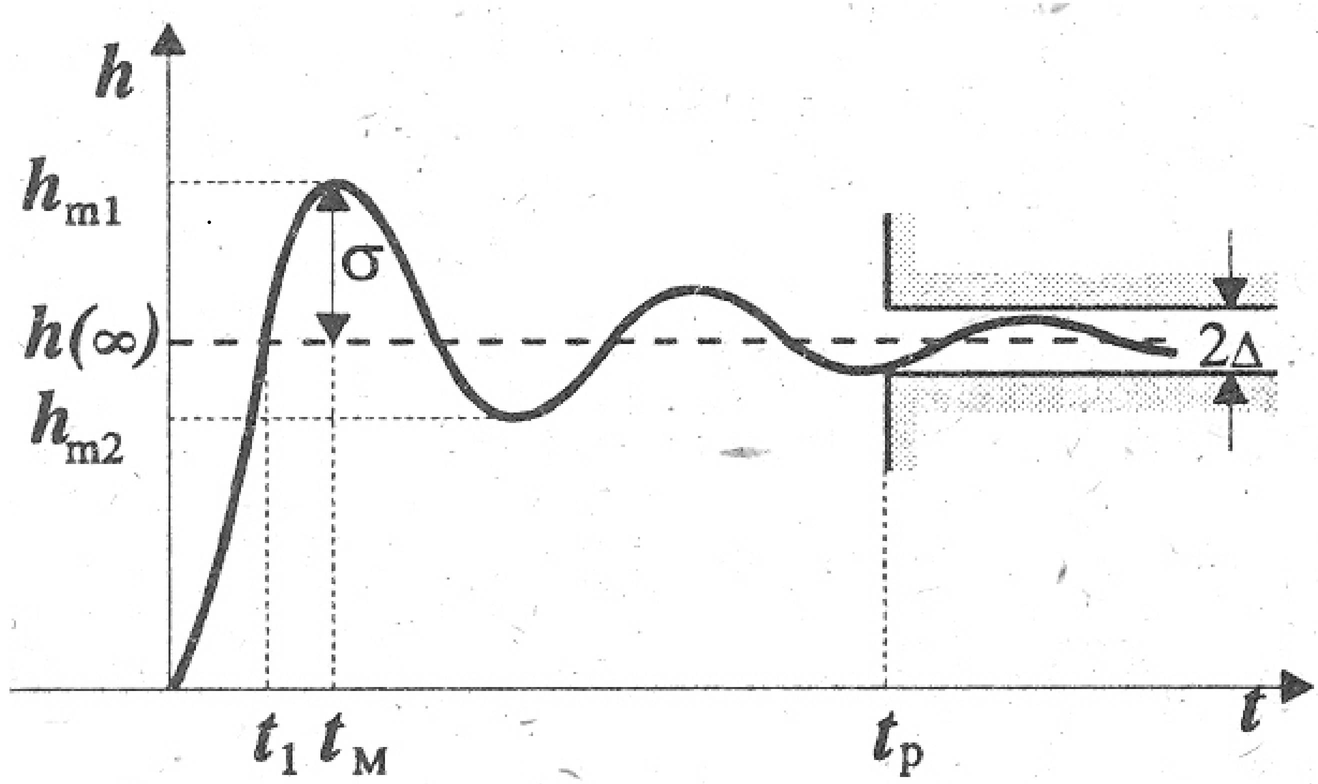
(а) *Време на регулиране* (*времетраене на ПП*) $t_{\text{р}}$ **.**
Теоретично ПП затихва при $t \to \infty$, а на практика - когато ПХ достига до малък диапазон Δ около установената стойност $h(\infty)$ и повече не излиза от него, т.е.,
$|\,h(t) - h(\infty)\,| < \Delta$ при $t > t_{\text{р}}$. Приема се $\Delta = 5\%\, h(\infty)$.



(б) ***Пререгулиране*** σ **-** се нарича максималното задминаване от ПХ на установената стойност $h(\infty)$, изразено в %:

$$\sigma = \frac{h_{m1} - h(\infty)}{h(\infty)} 100, \ \%.$$

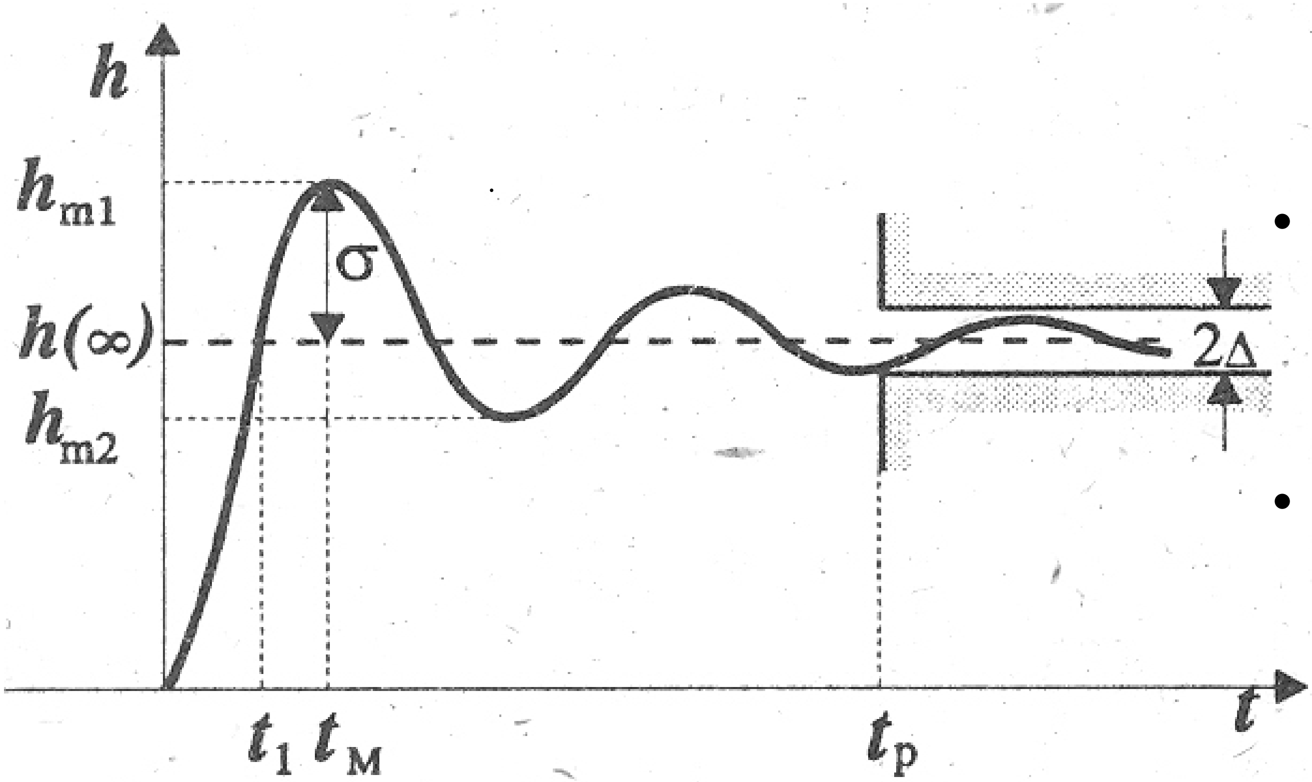
Обикновено $\sigma \in [15 \div 30]\%$, но в някои случаи $\sigma < 70\%$, а в други е необходимо $\sigma = 0\%$.



(в) *Други показатели на качеството*

- t_1 - време за първо достигане до $h(\infty)$
- t_{M} - време на първия максимум h_{m1}
- *брой колебания* за $t \le t_{\text{p}}$
- *декремент на затихването* – отношението на две съседни пререгулирания:

$$\chi = \frac{|h_{\text{m1}} - h(\infty)|}{|h_{\text{m2}} - h(\infty)|}$$



- $\ln\chi$ - логаритмичен декремент на затихването
- и др.

21. Интегрални оценки на качеството

Интегралните оценки са ***косвени*** показатели на качеството.

1. **Линейна интегрална оценка на качеството**

   Ако ПП е монотонен, то площта J_0, която изходът $y(t)$ сключва с установената стойност $y(\infty)$ е

$$J_0 = \int_0^\infty [y(\infty) - y(t)]dt,$$

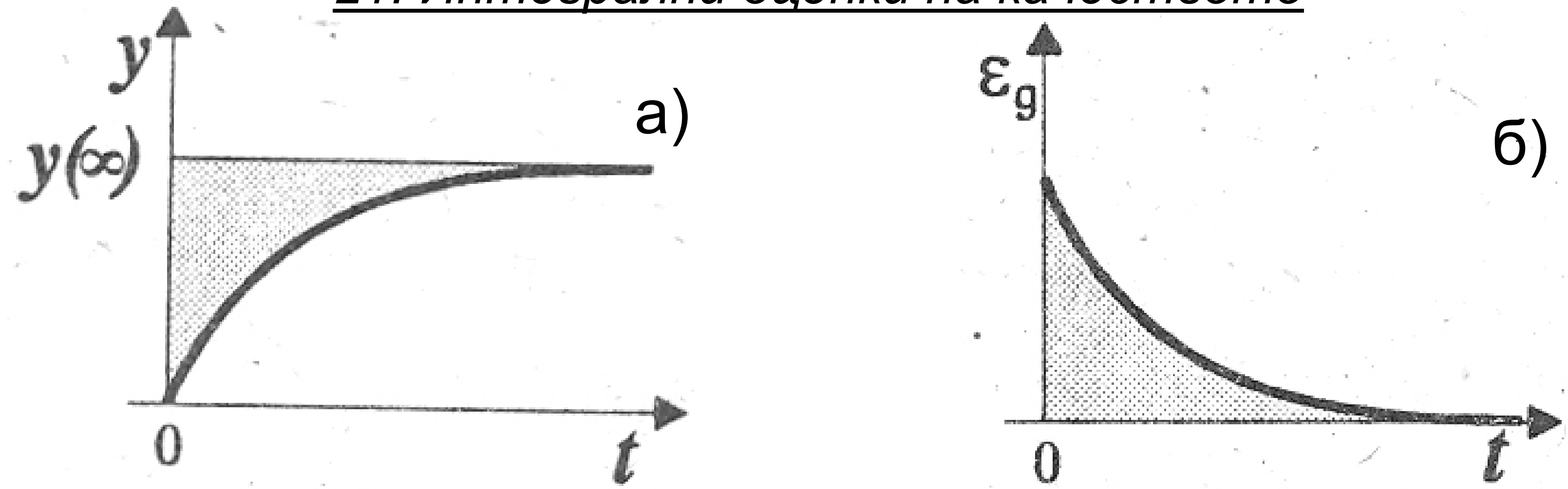
и се използва за оценка на времето на регулиране (малка площ – бързо затихване на ПП). Динамичният компонент на грешката е:

$$\varepsilon_\partial(t) = y(\infty) - y(t).$$

Оценката $$J_0 = \int_0^\infty \varepsilon_\partial(t)dt$$

се нарича ***линейна интегрална оценка*** на качеството.

21. Интегрални оценки на качеството



За получаване на J_0 не е необходимо да се изчисляват ПП и интегралът: $J_0 = \int_0^{\infty} \varepsilon_\partial(t)dt$. Изображението по Лаплас на $\varepsilon_\partial(t)$ е:

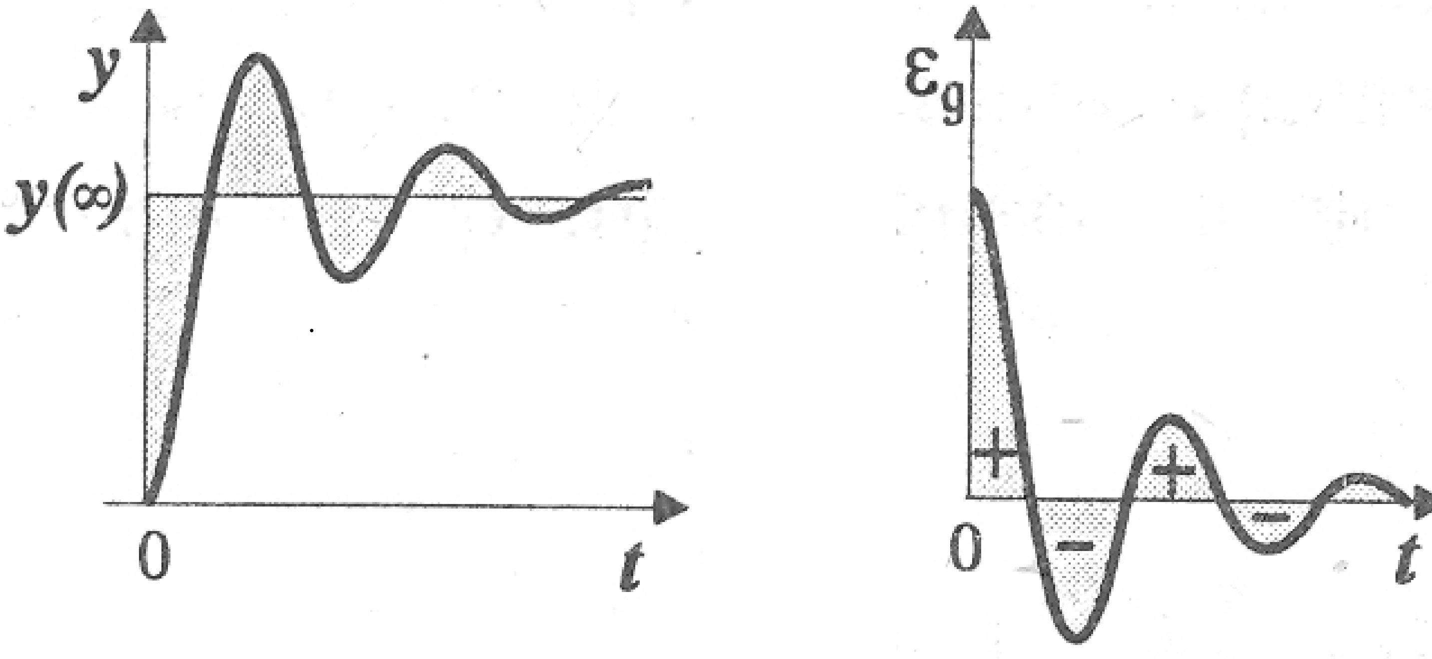
$$\Rightarrow \qquad E_\partial(p) = \int_0^{\infty} \varepsilon_\partial(t)e^{-pt}dt.$$

Десните страни на тези два интеграла са равни при $p = 0$

Следователно $J_0 = E_\partial(p)\Big|_{p=0}$,

т.е., J_0 се изчислява чрез обикновени алгебрични операции.

21. Интегрални оценки на качеството

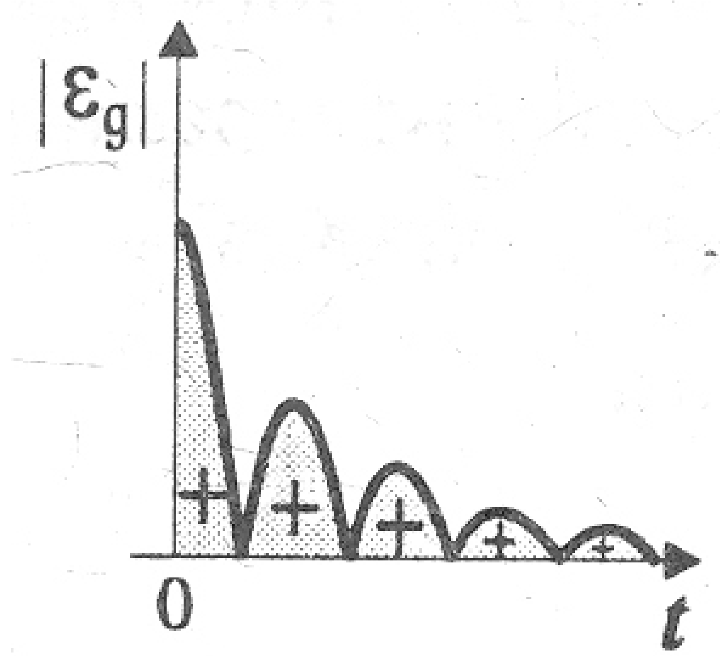


Недостатък на оценката J_0 е, че може да се прилага само при монотонни ПП. Ако ПП е колебателен, то грешката $\varepsilon_\partial(t)$ променя знака си и интегралът J_0 има малка стойност, не поради бързи ПП, а поради взаимна компенсация на “+” и “-” площи.

21. Интегрални оценки на качеството

Вместо $\varepsilon_{\partial}(t)$ може да се използва $|\,\varepsilon_{\partial}(t)\,| \geq 0$:

$$J_1 = \int_0^{\infty} |\,\varepsilon_{\partial}(t)\,|\, dt$$



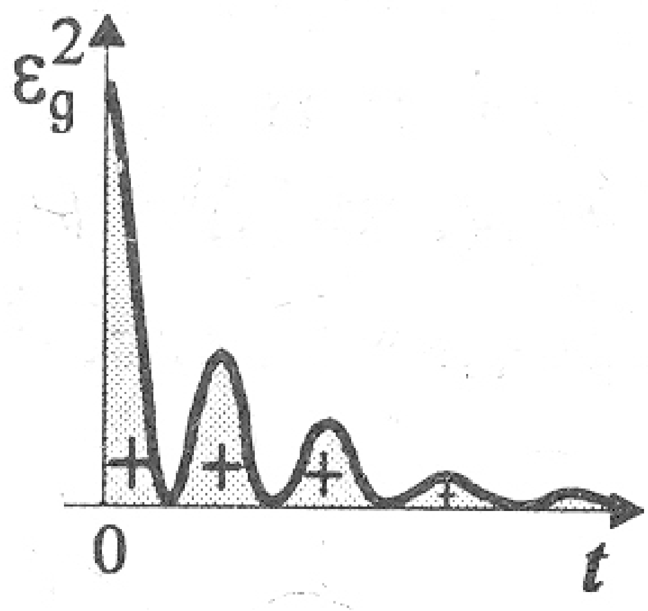
Оценката J_1 обаче се изчислява трудно.

2. Интегрално-квадратична оценка на качеството

Ако подинтегралната функция е $\varepsilon_{\partial}^{2}(t)$, то ***интегрално-квадратичната оценка***

$$J_2 = \int_0^\infty \varepsilon_{\partial}^{2}(t)dt$$

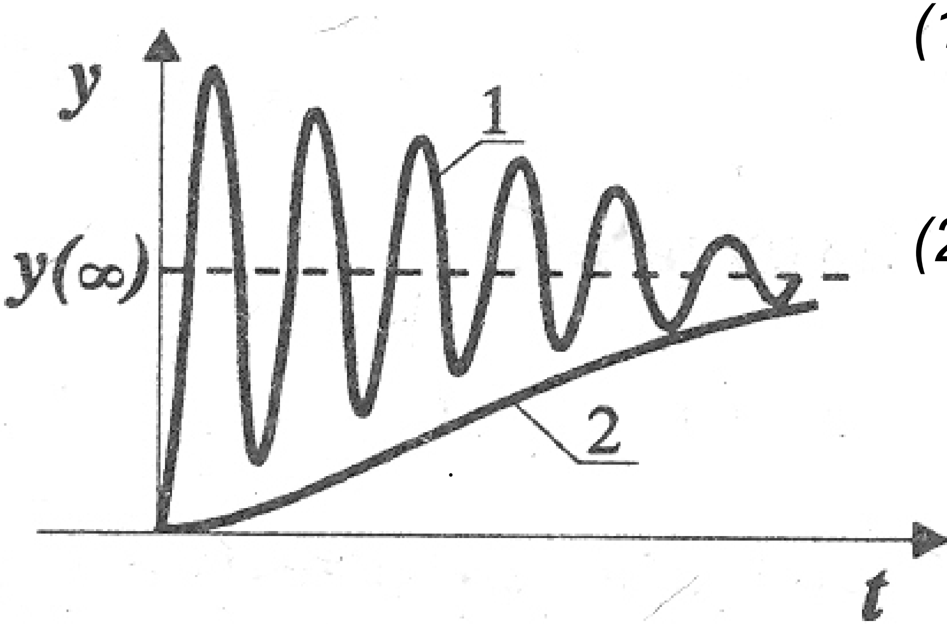
дава добра представа за времето на регулиране, както при апериодични, така и при колебателни ПП. За разлика от J_1 , J_2 се изчислява по-лесно:



с помощта на алгебрични изрази от коефициентите на предавателната функция, по честотните характеристики или чрез таблици.

3. Обобщена интегрално-квадратична оценка

Интегралните оценки служат за:



$$1 \rightarrow \varepsilon_{\partial 1}^{2}(t); \quad 2 \rightarrow \varepsilon_{\partial 2}^{2}(t);$$

(1) *оценка на качеството* (предпочитат се преките методи),

(2) *критерий при синтеза* (например, да се избере управляващо устройство, което да минимизира съответната интегрална оценка. Самата оценка може да не се изчислява.)

При минимизация на J_2 обикновено се получават твърде колебателни ПП. Например, тъй като $\varepsilon_{\partial 1}^{2}(t) < \varepsilon_{\partial 2}^{2}(t)$, оценката J_2 на процесът 1 е по-малка от тази на 2. Но процесът 2 е по-плавен и е за предпочитане.

21. Интегрални оценки на качеството

Ако трябва да се отчитат и някои допълнителни свойства на ПП, като скорост, ускорение и др., то се използват по-сложни интегрално-квадратични оценки – подинтегралната функция на J_2 се допълва с членове, зависещи от производната на грешката. Оценката

$$J = \int_0^{\infty} [\varepsilon_\partial^2 + q_1 \dot{\varepsilon}_\partial^2 + q_2 \ddot{\varepsilon}_\partial^2 + \ldots + q_n {\varepsilon_\partial^{(n)}}^2] dt$$

се нарича ***обобщена интегрално-квадратична*** оценка. Колкото са по-големи тегловните коефициенти q_i , толкова по-плавен ще бъде ПП, но за сметка на неговата продължителност.