

22. Оценка по ЛАЧХ на отворената система

Съществува *еднозначна връзка* между моделите на *отворената* и *затворената* САУ. Следователно процесите в затворената САУ могат да се анализират по характеристиките на отворената САУ.

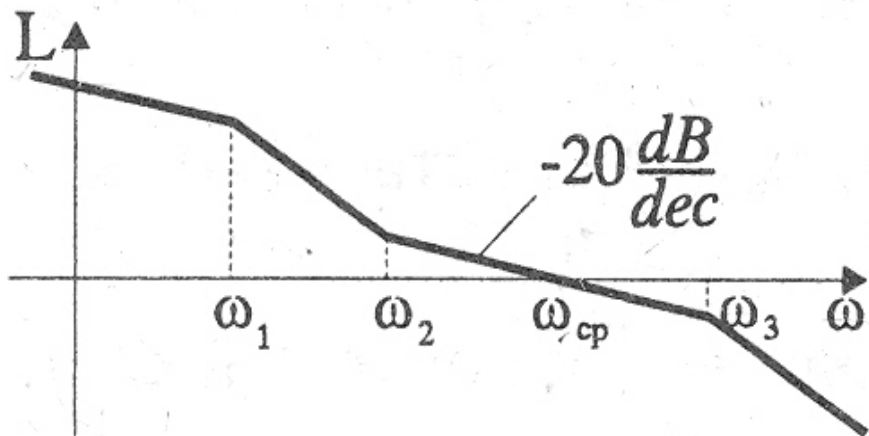
При оценка на качеството и особено за нуждите на синтеза се предпочитат *логаритмичните честотни характеристики на отворената система*, поради лесното им построяване.

При *минималнофазовите системи* има *еднозначна връзка* между ЛАЧХ и ЛФЧХ. Достатъчно е да се построи само ЛАЧХ. ЛФЧХ може да се “възстанови” по ЛАЧХ, но това обикновено не се налага да се прави.

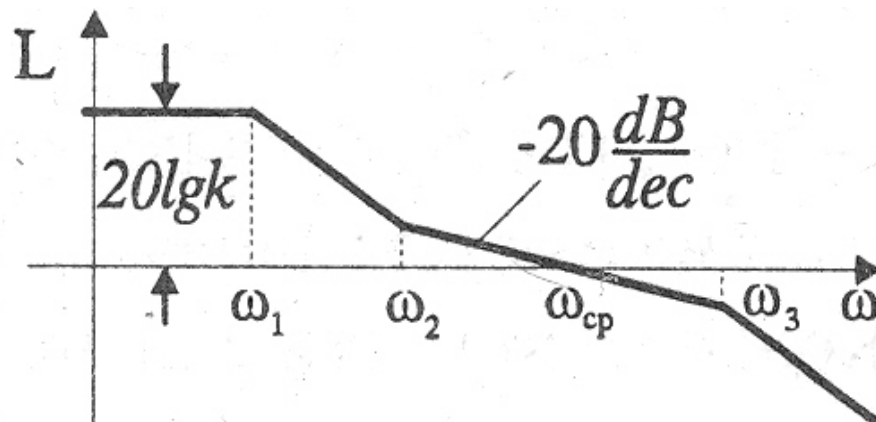
22. Оценка по ЛАЧХ на отворената система

Използват се “**типови**” ЛАЧХ, в които се разграничават три честотни диапазона:

- **нискочестотен диапазон** ($0 \leq \omega \leq \omega_1$);
- **средночестотен диапазон** – диапазона $\omega_1 \leq \omega \leq \omega_3$ около срязващата честота ω_{cp} ($1 \div 2$ декади вляво от нея и до 1 декада вдясно от нея)
- **високочестотен диапазон** ($\omega > \omega_3$).



астатическа САУ



статическа САУ

1. Нискочестотен диапазон – определя само *точността* на САУ в *установен режим*.

(а) Ред на астатизъм. Ако наклонът на ЛАЧХ е:

- 20 dB/dec - в тракта на системата има интегриращо звено и САУ е астатическа;
- 40 dB/dec - интегриращите звена са две;
- 0 dB/dec - САУ е статическа;

(б) Предавателен коефициент k .

- статическа система - $20\lg k$ е ординатата на хоризонталната асимптота;
- астатическа система – НЧ асимптота (или нейното продължение) минава през $\tau(\omega = 1 \text{ s}^{-1}; L = 20\lg k \text{ dB})$

Точността на САУ расте с въвеждане или увеличаване на реда на астатизъм, както и с увеличаване на стойността на k .

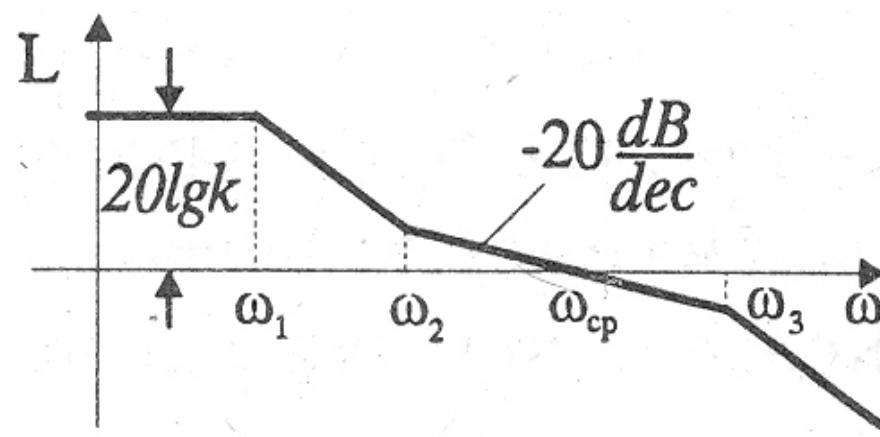
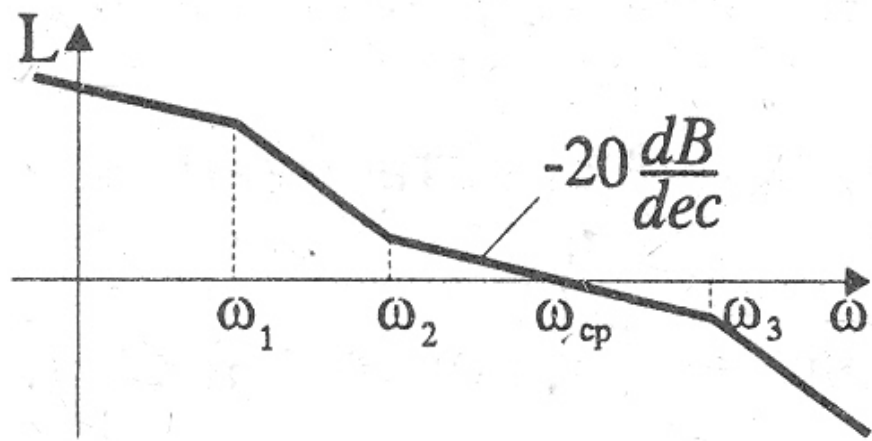
2. Средночестотен диапазон – определя **качеството на ПП** на затворената система (например, запасите по устойчивост зависят от този диапазон).

(а) За достатъчен запас по устойчивост, трябва ЛАЧХ да пресече (при ω_{cp}) абсцисната ос с наклон -20 dB/dec и този наклон да не се мени поне $1/2$ декада отляво и отдясно: това съответства на $\varphi(\omega_{cp}) \approx -90^\circ$.

-40 dB/dec , $\varphi(\omega_{cp}) \approx -180^\circ$, САУ е неустойчива или с малък запас;

-60 dB/dec , $\varphi(\omega_{cp}) \approx -270^\circ$, САУ е неустойчива.

Колкото по-широк е СЧ диапазон, толкова по-големи са запасите по устойчивост и по-малко е σ .

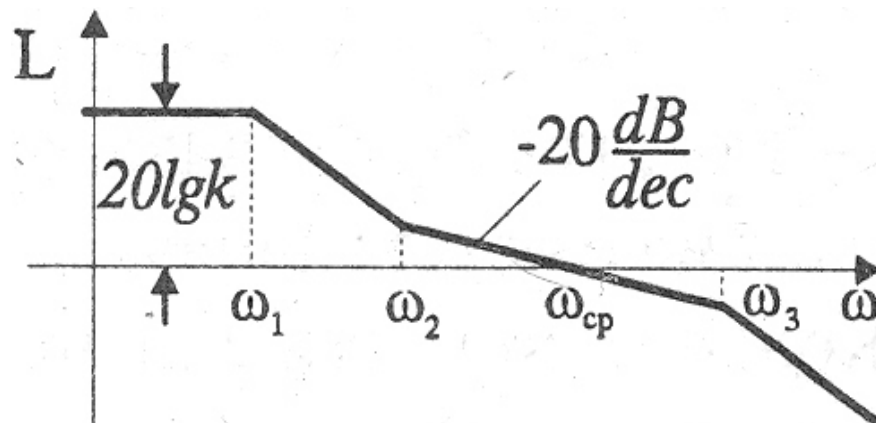
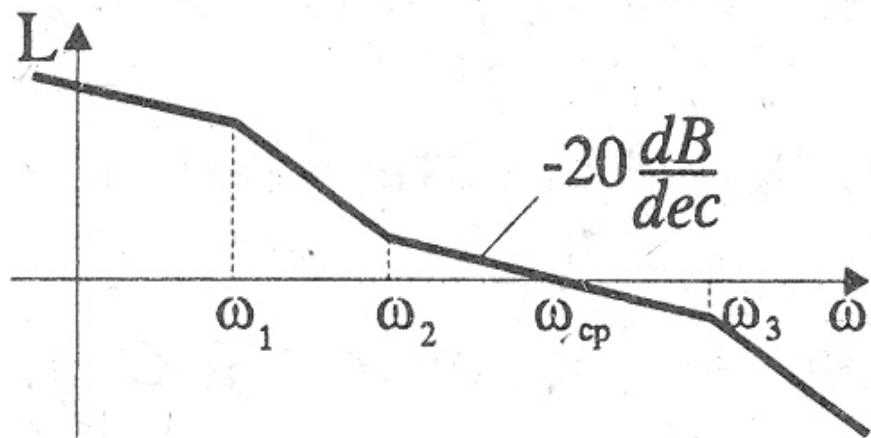


22. Оценка по ЛАЧХ на отворената система

- (б) Времето на регулиране t_p зависи обратно пропорционално от ω_{cp} :

$$t_p = \frac{\beta\pi}{\omega_{cp}}, \quad \beta \in [1 \div 4], \quad \text{в зависимост от типовата ЛАЧХ.}$$

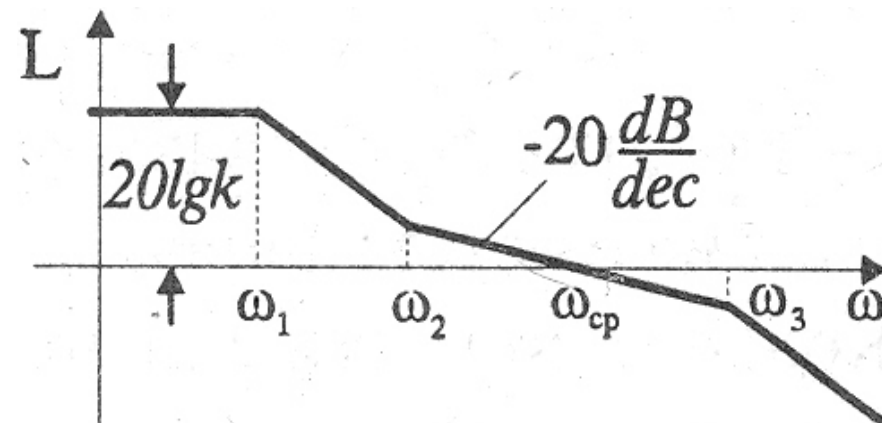
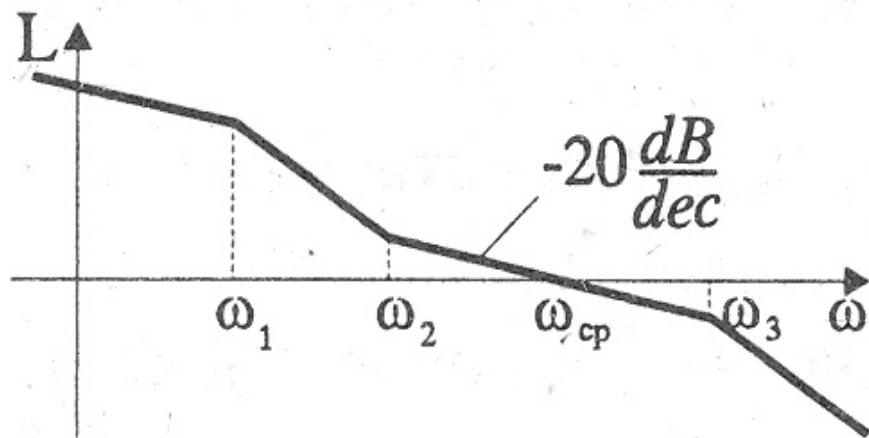
- (в) Отляво и отдясно на диапазона $\omega_2 \leq \omega \leq \omega_3$, наклонът на ЛАЧХ може да бъде различен (например, -40 dB/dec , -60 dB/dec , -80 dB/dec). По номограми за всички комбинации от тези наклони, както и за различни ширини на СЧ диапазон, може да се оценят показателите на качеството на ПП.



3. **Високочестотен диапазон** – ЛАЧХ има големи по абсолютна стойност отрицателни стойности. Тъй като

$$L(\omega) = 20 \lg A(\omega), \quad \text{то АЧХ там е близка до нула}$$
$$A(\omega) \rightarrow 0, \quad \text{т.е., високите честоти не се пропускат.}$$

Следователно, **високочестотният диапазон не оказва съществено влияние нито върху динамиката, нито върху точността на САУ.**



23. Оценка на качеството по полюсите на затворената система

НДУ за устойчивост на линейни САУ е всички полюси на затворената система да са разположени в лявата полуравнина. По разположението на полюсите (макар и не толкова еднозначно) може да се оцени и качеството на ПП.

Косвени оценки на качеството се базират на *концепцията за доминиращите полюси*, според която времетраенето на ПП и техният характер (колебателен, апериодичен, монотонен) се определя от най-близките до ординатната ос полюси на затворената система.

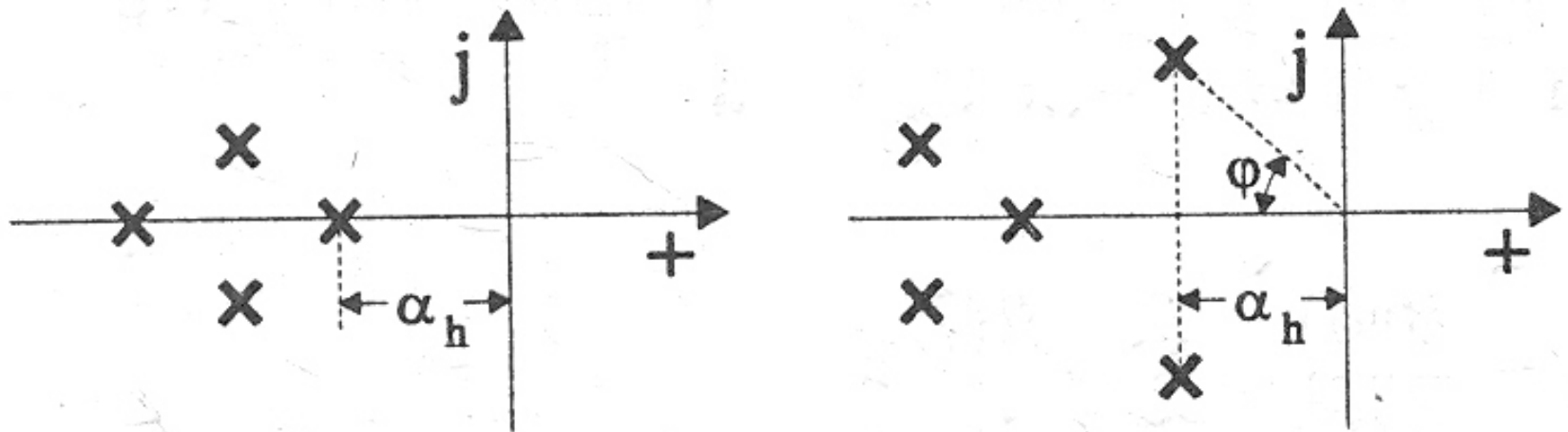
23. Оценка на качеството по полюсите на затворената система

- За реални отрицателни полюси $\lambda_i = -\alpha_i$ компонентите $c_i e^{-\alpha_i t}$ затихват монотонно. Колкото по-малко е α_i , толкова по-бавно затихва съответният му компонент, и следователно, той ще преобладава пред останалите при нарастване на времето.
- За комплексно спрегнати полюси $\lambda_{i,i+1} = -\alpha_i \pm j\beta_i$ компонентите $c_i e^{-\alpha_i t} \sin(\beta_i t + \theta_i)$ са със затихващ колебателен характер. Ще преобладава компонентът, чиято реална част α_i е най-малка.

23. Оценка на качеството по полюсите на затворената система

1. **Времетраене на ПП** t_p – може да се оцени по разстоянието α_h до имагинерната ос на най-близкия реален полюс, или на най-близката двойка комплексно спрегнати полюси.

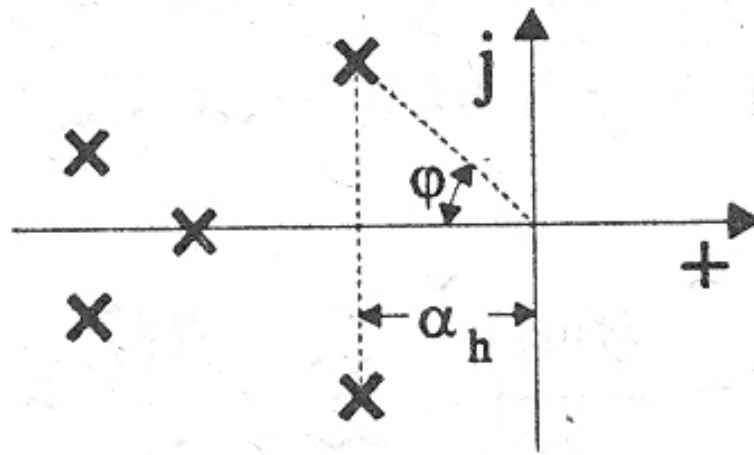
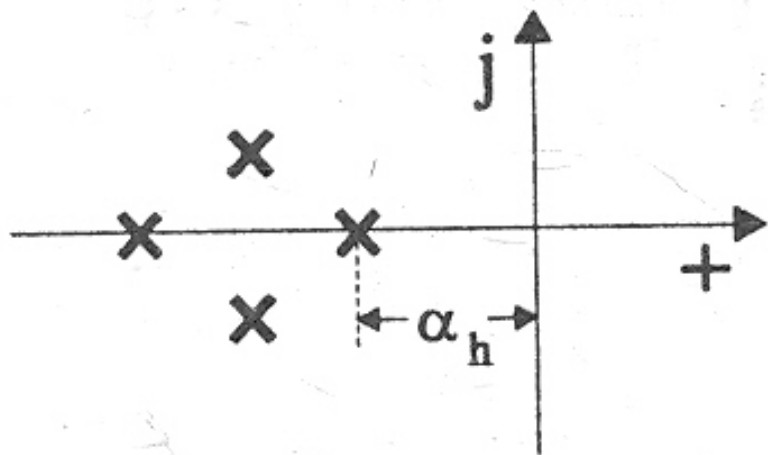
Косвеният показател на качеството α_h се нарича **степен на устойчивост**.



Степен на устойчивост.

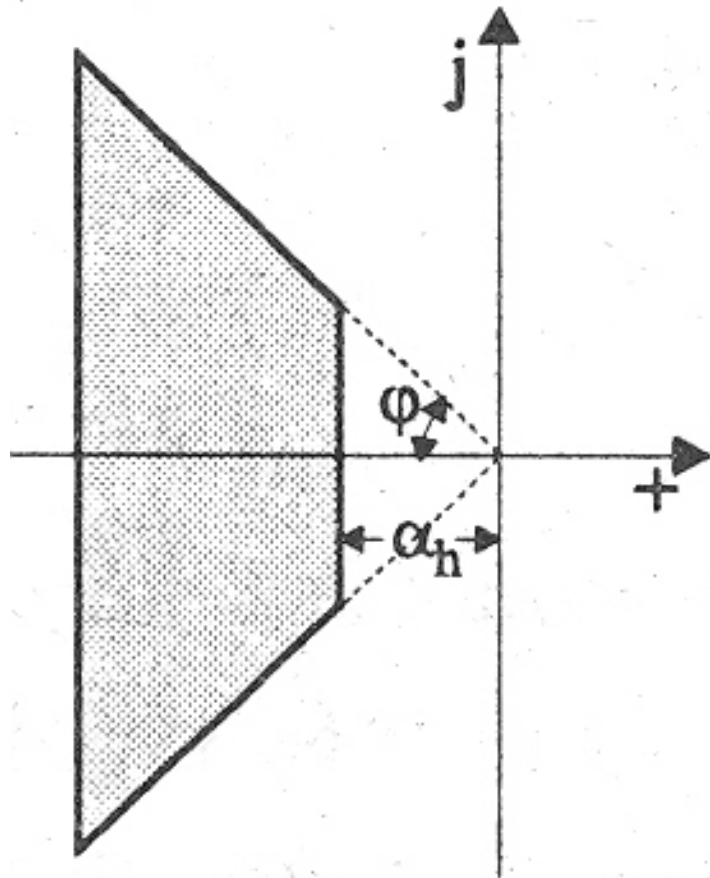
2. Характер на ПП – може да се оцени по вида на най-близките до имагинерната ос полюси.

- Ако α_h съответства на реален полюс $\lambda_i = -\alpha_h$ или на комплексно спрегнати полюси $\lambda_{i,i+1} = -\alpha_h \pm j\beta_h$, за които $\alpha_h > \beta_h$, то ПП има апериодичен (или преобладаващо апериодичен) характер.
- Ако α_h съответства на комплексно спрегнати полюси с $\beta_h > \alpha_h$, то ПП най-вероятно има колебателен характер.



3. **Колебателност на системата** μ – косвен показател на качеството, който се определя по полюсите $\alpha_i \pm j\beta_i$, за които отношението $\frac{\beta_i}{\alpha_i}$ е максимално:

$$\mu = \operatorname{tg} \varphi = \left| \frac{\beta}{\alpha} \right|_{\max}$$



Освен като косвени показатели на качеството, α_h и μ могат да се използват и при решаване на задачи за синтез, които включват формиране на области на желано разположение на полюсите и тяхното реализиране чрез промени в САУ.