

Ս. Ն. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ

**ԲԱՐԴ ԴԻՐՔԱՅԻՆ ԿՈՆՍԵՐՎԱՏԻՎ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ՍՏԱՏԻԿ
ԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ՄԱՏՐԻՑԱՅԻՆ ՏԵՄՔԻ
ԲՆՈՒԹԱԳՐԻՉ ՀԱՎԱՍԱՐՄԱՆ ՄԻՋՈՑՈՎ**

Առաջարկվում է բարդ դիրքային կոնսերվատիվ համակարգի ստատիկ կայունության ուսումնասիրություն՝ մատիցային տեսքի քառակուսի հավասարման միջոցով: Ստացված բնութագրիչ հավասարման մատրիցների յուրաքանչյուր կարգի գլխավոր անկյունագծային միներներն զրոմարի նշանների և սեփական արժեքների ուսումնասիրության արդյունքում հետևություններ են արվում համակարգի կայունության վերաբերյալ: Հանրահաշվական տվյալ չափանիշի կիրառությունը կոնսերվատիվ համակարգերի ստատիկ կայունության հետազոտման ժամանակ հնարավորություն է տալիս որոշել համակարգի կայունության անվտանգ կամ վտանգավոր սահմանին գտնվելը:

Առանցքային բառեր. ստատիկ կայունություն, բարդ դիրքային կոնսերվատիվ համակարգ, մատրից, միներ, բնութագրիչ հավասարում:

Գերէներգամիավորումների սեղծման պահանջի հետ մեկտեղ, անհրաժեշտություն է առաջանում մշակել էլեկտրաէներգետիկական համակարգի (ԷԷՀ) ստատիկ կայունության խնդրի ուսումնասիրության նոր չափանիշներ:

Ի տարբերություն գոյություն ունեցող չափանիշների, առաջարկվում է բարդ ԷԷՀ-ի ստատիկ կայունության ուսումնասիրությունը իրականացնել ոչ թե աստիճանային, այլ մատրիցային տեսքի բերված բնութագրիչ հավասարման միջոցով, որը հնարավորություն է տալիս առանց աստիճանային բազմանդամը կառուցելու, արդեն իսկ մատրիցների սեփական արժեքների ուսումնասիրության միջոցով հետևություն անել համակարգի կայունության վերաբերյալ: Դուրս են բերվել նաև այն անհրաժեշտ առնչությունները մատրիցային բնութագրիչ հավասարման մատրիցների միներների և աստիճանային բազմանդամի գործակիցների միջև, որոնց ուսումնասիրությունների միջոցով նույապես կարող ենք հետևություն անել համակարգի կայունության վերաբերյալ:

Անցումային պրոցեսների ուսումնասիրությունը փոքր զրգոումների (շեղումների) դեպքում կարող է բնութագրվել հետևյալ երկրորդ կարգի դիֆերենցիալ հավասարումների համակարգով.

$$[A] \frac{d^2 x}{dt^2} + [B] \frac{dx}{dt} + [C]x = 0: \quad (1)$$

Բնութագրիչ հավասարումը գրված մատրիցային տեսքով.

$$[A]p^2 + [B]p + [C] = 0,$$

որտեղ $[A], [B], [C]$ – ն հաստատուն գործակիցներից կազմված մատրիցներն են, իսկ p – ն՝ բնութագրիչ հավասարման արմատը:

Մատրիցների կառուցման համար դիտարկենք բարդ դիրքային, կոնսերվատիվ համակարգ:

Կոնսերվատիվ դիրքային են կոչվում այն համակարգերը, որտեղ հզորությունները (մոմենտները) կախված են միայն սինքրոն մեքենաների ռոտորների դիրքերից՝ պայմանավորված փոխադարձ անկյան տեղաշարժով (սահքով): Այս համակարգում ավտոմատ կառավարման սարքերի ազդեցությունն ընդունվում է որպես իդեալական և հանդես է գալիս անբացահայտ տեսքով: Առաջնային շարժիչի արագության կարգավորումն այս դեպքում արտահայտվում է այնպես, որ պտտող մոմենտները (հզորությունները) և հաճախությունը կայունացված ռեժիմում ընդունվում են որպես հաստատուն մեծություններ՝ անկախ անվերջ հզորության դողի առկայությունից: Տվյալ տեսակի համակարգերի դիտարկման ժամանակ ռեժիմի ցանկացած զրգռում բերում է չմարդ տատնումների՝ հաստատուն (կայունության անվտանգ սահման) կամ աճող (կայունության վտանգավոր սահման) ամպլիտուդով:

Դիտարկենք բարդ դիրքային, կոնսերվատիվ համակարգ, որտեղ յուրաքանչյուր կայանի էլեկտրական հզորությունը կախված է միայն տվյալ կայանի հաստատուն էլ.շ.ու-ի և մյուս կայանների էլ.շ.ու-ների միջև կազմած փոխադարձ անկյունից (δ_{ij}), իսկ հզորության աճը կախված է միայն փոխադարձ անկյան փոփոխությունից ($\Delta\delta_{ij}$):

Փոխադարձ անկյունների քանակը կայանների քանակից մեկով քիչ է՝ $(n-1)$, որովհետև կայաններից մեկը (տվյալ դեպքում առաջին կայանը) ընտրված է որպես բազիսային:

Ուսումնասիրվող համակարգում անկայունության պատճառ կարող է հանդիսանալ փոխադարձ անկյունների ($\Delta\delta_{ij}$) պրոգրեսային աճը, և ոչ թե բացարձակ անկյունների ($\Delta\delta_i$) աճը, որը կարող է տեղի ունենալ նաև կայուն համակարգում:

i – ռդ կայանի ակտիվ (էլեկտրամագնիսական) հզորության արտահայտությունն ունի հետևյալ տեսքը.

$$P_i = E_i^2 y_{ii} \sin \alpha_{ii} + \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^n E_i U y_{ik} \sin(\delta_i - \alpha_{ik}); P_i = E_i^2 y_{ii} \sin \alpha_{ii} + \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^n E_i E_k y_{ik} \sin(\delta_{ik} - \alpha_{ik}): (2)$$

i – ռդ կայանի հզորության աճը, ըստ փոխադարձ անկյունների փոփոխության կարելի է ներկայացնել հետևյալ կերպ [1,2].

$$\Delta P_i = \frac{dP_i}{d\delta_{12}} \Delta\delta_{12} + \frac{dP_i}{d\delta_{13}} \Delta\delta_{13} + \dots + \frac{dP_i}{d\delta_{1n}} \Delta\delta_{1n}, ; \Delta P_i = \sum_{j=2}^n \frac{dP_i}{d\delta_{1j}} \Delta\delta_{1j}, (3)$$

որտեղ $dP_i/d\delta_{1j}$ – ն անվանում են փոխադարձ սինքրոնացնող հզորություն՝ վերցված i – ռդ կայանի համար, ըստ δ_{1j} – ռդ փոխադարձ անկյան: Հետագա ուսումնասիրությունների ընթացքում սինքրոնացնող հզորությունը առաջարկվում է նշանակել հետևյալ կերպ.

$$dP_i/d\delta_{1j} = S_i^{1j}, (4)$$

որտեղ $i = 1, \dots, n$; $j = 2, \dots, n$:

Այսպիսով, i – ռդ կայանի գեներատորի ռոտորի շարժման հավասարումը փոքր տատանումների դեպքում կընդունի հետևյալ տեսքը.

$$T_{ji} p^2 \delta_i + \Delta P_i = 0: (5)$$

i – ռդ կայանի գեներատորի ռոտորի հարաբերական շարժման հավասարումը փոքր տատանումների դեպքում կլինի՝

i – րդ կայանի փոխադարձ սինքրոնացնող հզորությունը, վերցված ըստ δ_{ij} – րդ փոխադարձ անկյան, կարելի է ներկայացնել հետևյալ կերպ.

$$S_i^{1j} = \frac{dP_i}{d\delta_{1j}} = \frac{dP_i}{d\delta_i} \frac{d\delta_i}{d\delta_{1j}} + \frac{dP_i}{dU} \frac{dU}{d\delta_{1j}}: \quad (7)$$
$$S_i^{1j} = \frac{dP_i}{d\delta_{1j}} = \frac{dP_i}{d\delta_i} \frac{d\delta_i}{d\delta_{1j}} + \frac{dP_i}{dE_{qi}} \frac{dE_{qi}}{d\delta_{1j}} + \frac{dP_i}{dU} \frac{dU}{d\delta_{1j}}: \quad (8)$$
$$\frac{d\delta_i}{d\delta_{i_j}} - \frac{d\delta_j}{d\delta_{i_j}} = 1; \delta_{i_j} = \delta_i - \delta_j; \Delta\delta_{i_j} = \Delta\delta_i - \Delta\delta_j: \quad (9)$$
$$[A]p^2 + [C] = 0: \quad (10)$$
[illegible]

177

(12)-հավասարումների համակարգը կընդունի հետևյալ մատրիցային տեսքը.

Այնուհետև հաշվի առնելով, որ բացարձակ անկյունների ($\Delta\delta_i$) աճը հավասար չէ զրոյի, կատանանք.

Դիտարկված մատրիցները $n \times n$ չափողականության են և $c = 2, \dots, n$, որտեղ $[A] - [T_{ji}]$ մատրիցն անկյունագծային է և կազմված է համակարգում առկա մեքենաների մշտական իներցիաներից (ժամանակային հաստատունների), իսկ $[C] - [S_i^{(j)}]$ մատրիցը հատուկ մատրից է և կազմված է փոխադարձ սինքրոնացնող հզորություններից՝ վերցված ըստ փոխադարձ անկյան:

$$p^2(a_0 p^{2(n-1)} + a_2 p^{2(n-2)} + \dots + a_{2(n-2)} p^2 + a_{2(n-1)}) = 0, \quad (14)$$
$$a_0 p^{2(n-1)} + a_2 p^{2(n-2)} + \dots + a_{2(n-2)} p^2 + a_{2(n-1)} = 0: \quad (15)$$

178

(15)-ը կընդունի հետևյալ տեսքը, որը կոչվում է օժանդակ հավասարում.

$$a_0 \lambda^{n-1} + a_1 \lambda^{n-2} + \dots + a_{n-2} \lambda + a_{n-1} = 0: \quad (16)$$

Տվյալ արտահայտության գործակիցների քանակը հավասար է համակագում առկա կայանների (մեքենաների) թվին, քանի որ հանդարտեցնող փաթույթների գործակիցների մատրիցը զրոյական է:

Հուրվիցը ցույց է տվել, որ եթե բնութագրիչ հավասարման $a_n = 0$ ազատ գործակիցը հավասար է զրոյի, մնացած բոլոր գործակիցները մեծ են զրոյից մինչև $a_0, a_1, \dots, a_{n-1} > 0$, ապա համակարգը գտնվում է ոչ պարբերական կայունության սահմանին (մեկ իրական արմատ գտնվում է համալիր (կոմպլեքս) հարթության կեղծ առանցքի վրա): Այսպիսով, տվյալ դեպքում համակարգի կայունությունը ուսումնասիրվում է ոչ պարբերական կայունության պայմանների միջոցով: Ոչ պարբերական կայունության համար անհրաժեշտ և բավարար պայման է բնութագրիչ հավասարման բոլոր գործակիցների դրական լինելու փաստը, այն տվյալ դեպքում կունենա միայն բացասական իրական արմատներ [6]:

Մատրիցային տեսքով գրված բնութագրիչ (13) հավասարման ուսումնասիրման ժամանակ դուրս են բերվել հետևյալ առնչությունները՝ կապված (16) բնութագրիչ հավասարման գործակիցների նշանների հետ: Դրանք են.

1. a_0 – գործակիցը ժամանակային հաստատունների (մշտական իներցիաների) արտադրյալն է, և այն կլինի դրական, եթե $[A]$ – մատրիցը դրական որոշյալ է, որն իրական համակարգում կազմված է դրական մեծություններից:

$$a_0 = \prod_{i=1}^n T_{ji}: \quad (17)$$

2. Եթե $a_0 = 1$, ապա a_1 – գործակիցն ունենում է հետևյալ տեսքը.

$$a_1 = \sum_{j=2}^n S_1^{1j} / T_{j1} - \sum_{j=2}^n \frac{S_1^{1j}}{T_{jj}}: \quad (18)$$

Եթե հաշվարկների արդյունքում պարզվի, որ $a_1 \leq 0$, ապա կարող ենք փաստել, որ համակարգն անկայուն է կամ գտնվում է կայունության վտանգավոր սահմանին: Այսպիսով, տվյալ պայմանի ստուգման միջոցով կարելի է հստակ եզարկացություն անել համակարգի անկայունության վերաբերյալ:

3. Մյուս բոլոր գործակիցների $a_2, a_3, \dots, a_{n-1}$ նշանները կախված են ազատ մատրիցի գլխավոր անկյունագծային երկրորդ և մինչև $(n-1)$ -րդ կարգի միներների գումարի նշանից, իսկ n – րդ կարգի միները կոչվում է մատրիցի որոշիչ (դետերմինանտ): Դրական նշանների դեպքում ազատ մատրիցի սեփական արժեքները կլինեն դրական, հետևաբար գործակիցները կստացվեն դրական:

Գլխավոր անկյունագծային յուրաքանչյուր կարգի միներների գումարի դրական լինելու պայմանը կարելի է արտահայտել հետևյալ կերպ [7].

$$\sum_{i=1}^n c_{ii} = \sum_{c=2}^n S_1^{1c} + \sum_{i=2}^n (-S_1^{1i}) > 0; \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^n M^2 = \left[\begin{array}{c|c} c_{ii} & c_{i,i+1} \\ \hline c_{j,j-1} & c_{jj} \end{array} \right]_{2 \times 2} > 0; \sum M^{n-1} > 0: \quad (19)$$

Այժմ ներկայացնենք a_{n-1} – ի իրական արժեքի ստացման մի պարզեցված դեպք, երբ շատ արագ կարելի է կառուցել բլոկային մատրիցը և հաշվել նրա որոշիչը: Եթե այն բացասական է կամ հավասար զրոյի, ուրեմն ուսումնասիրվող համակարգը անկայուն է կամ գտնվում է կայունության վտանգավոր սահմանին $a_{n-1} \leq 0$: Բլոկային մատրիցը 2×2 չափողականության է, իսկ ենթամատրիցները՝ $n \times n$ չափողականության:

$$a_{n-1} = \det \begin{bmatrix} G & H \\ M & N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1/T_{j1} & 0 & 0 \\ 0 & 1/T_{j1} & 0 \\ 0 & 0 & 1/T_{j1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S_2^{12} & S_2^{1j} & S_2^{1n} \\ S_j^{12} & S_j^{1j} & S_j^{1n} \\ S_n^{12} & S_n^{1j} & S_n^{1n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1/T_{j2} & 0 & 0 \\ 0 & 1/T_{j2} & 0 \\ 0 & 0 & 1/T_{j2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S_1^{12} & S_1^{1j} & S_1^{1n} \\ S_l^{12} & S_l^{1j} & S_l^{1n} \\ S_i^{12} & S_i^{1j} & S_i^{1n} \end{bmatrix} > 0: \quad (20)$$

Օժանդակ հավասարման ազատ անդամը՝ a_{n-1} – գործակիցը կամ (20)-րդ բլոկային մատրիցի որոշիչը կլինի դրական:

Այսպիսով, եթե օժանդակ հավասարման գործակիցները բավարարում են (18), (19) և (20) արտահայտությունների պայմաններին, որոնք նաև հանդես են գալիս որպես փոխլրացնող պայմաններ, ապա բոլոր գործակիցները կլինեն դրական և կբավարարեն ոչ պարբերական կայունության պայմանին՝ բոլոր արմատները կլինեն իրական և բացասական $\lambda_i = -\alpha; \alpha > 0$, հակառակ դեպքում կարող են ի հայտ գալ բացասական կամ զրոյական արմատներ, այդ դեպքում ուսումնասիրվող համակարգը կլինի անկայուն կամ կգտնվի կայունության վտանգավոր սահմանին:

Իրական և բացասական արմատների դեպքում բարդ դիրքային համակարգի բնութագրիչ հավասարման արմատները կլինեն միայն կեղծ $p_i = \sqrt{\lambda_i}$, որը նշանակում է, որ համակարգը կգտնվի կայունության անվտանգ սահմանին (տատանողական կայունության սահմանին), և համակարգում փոքր գրգռումներից հետո ի հայտ կգան հաստատուն ամպլիտուդով չմարող տատանումներ, իսկ այն դեպքերում, երբ օժանդակ հավասարման արմատներում գոյություն ունենան զրոյական արմատներ, իսկ մնացած բոլոր արմատները լինեն բացասական, ապա համակարգը կգտնվի կայունության վտանգավոր սահմանին, և փոքր գրգռումներից հետո ի հայտ կգան աճող ամպլիտուդով տատանումներ (ինքնաճոճք) [8,9]:

Վերոնշյալ օրինաչափություններին կարելի է հանգել նաև ուսումնասիրելով (1) շարժման հավասարումը և ներկայացնելով հետևյալ կերպ [10].

$$[A] \frac{d^2 x}{dt^2} + [C]x = 0: \quad (21)$$

Տվյալ հավասարման ընդհանուր լուծումն ունի տատանողական (սինուսոիդային) տեսք.

$$x(t) = qe^{j\omega t}, \text{ որտեղ } q - \text{ն կախված է } t - \text{ից, իսկ } \omega - \text{ն իրական է, այդ դեպքում}$$

$$x'' = -\omega^2 qe^{j\omega t} \text{ և ընդունելով, որ } \mu = \omega^2, \text{ կստանանք.}$$

$$(-\mu A + C)q = 0; (\mu E - A^{-1}C)q = 0: \quad (22)$$

(22)-ից բխում է, որ μ – ն $[A^{-1}C]$ մատրիցի n հատ սեփական արժեքներն են, և q – ն աջ սեփական վեկտորն է, որի միջոցով որոշվում է տատանումների տեսակը: Որպեսզի

համակարգը լինի կայուն, և ի հայտ չգան աճող ամպլիտուդով տատանումներ, անհրաժեշտ է, որ $[A^{-1}C]$ մատրիցի բոլոր սեփական արժեքները լինեն իրական և ոչ բացասական (դրական), հակառակ դեպքում այն չի ունենա պահանջվող տեսքի իրական ω արժեք:

Պարզ է, որ $[A^{-1}C]$ մատրիցի սեփական արժեքները կլինեն նույնպես հետևյալ որոշիչի $\det(A\mu - C) = 0$ արմատները:

Թեորեմ 1: Եթե $[A]$ և $[C]$ մատրիցները համապատասխանաբար դրական և ոչ բացասակն են, ապա $\det(A\mu - C) = 0$ որոշիչի արմատները իրական են և ոչ բացասական:

Թեորեմից բխում է, որ արմատները կլինեն միայն իրական և դրական այն դեպքում, երբ $[A^{-1}C]$ մատրիցի սեփական արժեքները լինեն իրական և դրական, որի համար անհրաժեշտ է, որ նրա բնութագրիչ հավասարման բոլոր գործակիցները լինեն դրական, և տեղի ունենա ինդեքսից կախված համապատասխան $(-1)^i$ նշանափոխությունը:

$$\sigma(\mu) = |A^{-1}C - \lambda E| = \mu^n - \sigma_1 \mu^{n-1} + \sigma_2 \mu^{n-2} - \dots + (-1)^{n-1} \sigma_{n-1} \mu + (-1)^n \sigma_n = 0: \quad (23)$$

Թեորեմի ապացույցը հիմնված է այն փաստի վրա, որ դրական որոշյալ մատրիցի բոլոր արմատները դրական են: Այսպիսով, կայունության խնդրի լուծման համար պետք է ցույց տալ նաև այն, որ $[A^{-1}C]$ մատրիցի բոլոր սեփական արժեքները դրական են: Սեփական արժեքների իրական լինելու փաստը ստուգվում է Շտուրմի պայմանների միջոցով:

Ընդհանուր դեպքի համար σ_i – գործակիցը մատրիցի i – րդ կարգի գլխավոր անկյունագծային միտրների հանրահաշվական գումարն է, և $i = 1, \dots, n$:

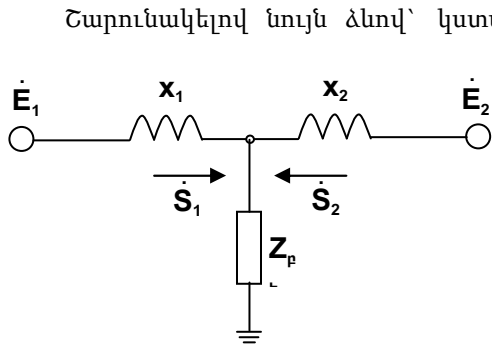
Այսպիսով, էլեկտրաէներգետիկական համակարգի ստատիկ կայունության համար անհրաժեշտ և բավարար պայմանն է $[A^{-1}C]$ մատրիցի առաջինից մինչև $(n-1)$ – րդ կարգի գլխավոր անկյունագծային միտրների գումարի դրական լինելը:

Իրական դեպքում բարդ դիրքային կոնսերվատիվ համակարգի կայունության անվտանգ սահմանին գտնվելը նշանակում է, որ իրական համակարգը ստատիկ կայուն է, քանի որ հաշվարկները կատարվել են իդեալականացված դեպքի համար, որի ընթացքում հաշվի չեն առնվել դեմաֆերային փաթույթների ազդեցությունները և այլ գործակիցներ:

Դիտարկենք վերջավոր հզորության երկու էլեկտրակայանների փոխարինման սխեման (սխեմա-1), որոնց հաշվարկային (բերված հարաբերական միավորներով) տվյալներն են՝ $T_1 = 9$ վ, $T_2 = 10$ վ, $x_1 = 0,735$; $x_2 = 0,0606$; $\dot{E}_1 = 1,54 \angle 28,5^\circ$; $\dot{E}_2 = 1,21 \angle 13,1^\circ$; $z = 0,1312 + j0,0815$; $\dot{S}_1 = 1 + j0,485$; $\dot{S}_2 = 4,5 + j2,93$; անրաժեշտ է նախ հաշվել սեփական և փոխադարձ հաղորդականությունները և որոշել դիմադրությունների լրացուցիչ անկյունները՝ α_{ik} : Օրինակ հաշվենք z_{11} – ը.

$$z_{11} = x_1 + \frac{x_2 \cdot z}{x_2 + z} = j0,735 + \frac{j0,0606 \cdot (0,1312 + j0,0815)}{j0,0606 + 0,1312 + j0,0815} = 0,0129 + j0,7816,$$

$$\alpha_{11} = 90^\circ - \arctg \frac{x_{11}}{r_{11}}; Z_{11} = 0,7818 \angle 89^\circ:$$



Շարունակելով նույն ձևով՝ կատանանք մյուս բոլոր սեփական և փոխադարձ դիմադրությունների արժեքները: Այնուհետև կգտնենք հզորության ածանցյալները, ըստ սեփական անկյան, բեռնային հանգույցում բերված լարման, և բեռի սինքրոն բնութագրերը.

$$\frac{dP_1}{d\delta_1} = E_1 U y_{1H} \cos(\delta_1 - \alpha_{1H}) = 0,5958,$$

$$\frac{dP_1}{dU} = E_1 y_{1H} \sin(\delta_1 - \alpha_{1H}) = -0,1614:$$

Նկ. Փոխարինման սխեմա

Լուծելով ստացված հավասարումների համակարգը (Կրամերի մեթոդով)՝ ստանում են անհայտ մեծությունները, որից հետո, տեղադրելով սինքրոնացնող հզորության արտահայտության մեջ, հաշվում այն:

$$\frac{d\delta_1}{d\delta_{12}} = 1,0357; \frac{dU}{d\delta_{12}} = -0,1573; S_1^{12} = \frac{dP_1}{d\delta_{12}} = \frac{dP_1}{d\delta_1} \frac{d\delta_1}{d\delta_{12}} + \frac{dP_1}{dU} \frac{dU}{d\delta_{12}} = 0,6424:$$

Ստացված մեծությունները տեղադրելով մատրիցային բնութագրիչ հավասարման մեջ՝ կստացվի.

$$[A]p^2 + [C] = 0; \begin{bmatrix} 9 & 0 \\ 0 & 10 \end{bmatrix} p^2 + \begin{bmatrix} 0,6424 & -0,6424 \\ 0,6511 & -0,6511 \end{bmatrix} = 0,$$

որը բազմապատկելով $[A]^{-1}$ -ով՝ դիտարկենք համակարգը բնութագրող վիճակի մատրիցի յուրաքանչյուր կարգի գլխավոր անկյունագծային միտրների գումարի նշանը $[A^{-1} \cdot C]$, տվյալ դեպքում.

$$[E]p^2 + [A^{-1} \cdot C] = 0; \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} p^2 + \begin{bmatrix} 0,0714 & -0,0714 \\ 0,0651 & -0,0651 \end{bmatrix} = 0:$$

Որպես գլխավոր անկյունագծային միտրների գումար դիտարկվում է տվյալ մատրիցի գլխավոր անկյունագծային տարրերի գումարը.

$$M = c_{11} + c_{22} = 0,0714 - 0,0651 = 0,0063 > 0:$$

Ըստ ստացված արդյունքների՝ կարող ենք փաստել, որ համակարգը ստատիկ կայուն է, և հավելել, որ այն կայուն է մեքենաների մշտական իներցիաների հաշվին:

Եթե մեքենաների մշտական իներցիաները լինեին իրար հավասար (ենթադրենք $T_1 = T_2 = 10$), ապա համակարգը կլիներ անկայուն.

$$M = c_{11} + c_{22} = 0,0624 - 0,0651 = -0,0027 < 0:$$

Այս հաշվարկային օրինակը ցույց է տալիս մշակված չափանիշի առավելությունը, որն ավելի ակնհայտ է դառնում մեծ թվով կայանների դեպքում:

ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆ

Բարդ դիրքային կոնսերվատիվ համակարգի ստատիկ կայունության ուսումնասիրությունը մատրիցային տեսքի բերված բնութագրիչ հավասարման միջոցով ավելի արդյունավետ է:

Ստացված բնութագրիչ հավասարման մատրիցների յուրաքանչյուր կարգի գլխավոր անկյունագծային միտրների գումարի նշանների ուսումնասիրությունների և դրանց մեծությունների առնչությունների միջոցով կարող ենք հետևություն անել համակարգի կայունության մասին:

Ստացված օրինաչափությունների կիրառությունը կոնսերվատիվ համակարգերի ուսումնասիրության ժամանակ հնարավորություն է տալիս որոշել համակարգի կայունության՝ անվտանգ կամ վտանգավոր սահմանին գտնվելը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. Voltage Stability of Electric Power Systems (Power Electronics and Power Systems) by Thierry Van Cutsem and Costas Vournas. – Paperback. – May 23, 2008.
2. **Веников В.А.** Переходные электромеханические процессы в электрических системах. – М.: Высшая школа, 1970.-472с.
3. Power Generation, Operation, and Control / **Allen J. Wood** and **Bruce F. Wollenberg**. – Hardcover, Jan 1996.
4. **Портной М.Г., Рабухович Р.С.** Управление энергосистемами для обеспечения устойчивости. – М.: Энергия, 1978.-352с.
5. **Демидович Б.П., Марон И.А.** Основы вычислительной математики. – М., 1981. – 288 с.
6. **Веников В.А., Зуев Э.Н.** Математические задачи электроэнергетики. – М.: Высшая школа, 1970.-472с.
7. **Гантмахер Ф.Р.** Теория матриц. – М.: Физматлит, 1967. – 433с.
8. **Lee B.H. and Lee K.Y.** Dynamic and Static Voltage Stability Enhancement of Power Systems // IEEE Transactions on Power Systems.- 1993. – Vol. 8, No. 1.- P. 231-238.
9. **Овсянников Л.В.** Групповой анализ дифференциальных уравнений. – М.: Наука, 1978. – 400с.
10. **Ланкасер П.** Теория матриц. – М.: Наука, 1973. – 280с.

ՀՊԸՀ (Պոլիտեխնիկ): Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 20.03.2009:

С.О. ОГАННИСЯН

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СЛОЖНЫХ ПОЗИЦИОННЫХ КОНСЕРВАТИВНЫХ СИСТЕМ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИМ УРАВНЕНИЕМ В МАТРИЧНОЙ ФОРМЕ

Исследуется статическая устойчивость сложных позиционных консервативных систем характеристическим уравнением в матричной форме. В результате исследования собственных величин и знаков суммы каждого порядка миноров матриц матричных характеристических уравнений делаются выводы об устойчивости системы. Применение данного алгебраического критерия при исследовании статической устойчивости сложных консервативных систем позволяет определить положение системы на опасной или неопасной границе устойчивости.

Ключевые слова: статическая устойчивость, сложные позиционные консервативные системы, миноры матриц, характеристическое уравнение.

S.H. HOVHANNISYAN

COMPLEX POSITION CONSERVATIVE SYSTEM STATIC STABILITY INVESTIGATION BY CHARACTERISTIC EQUATION IN MATRIX FORM

Static stability of complex position conservative systems by the characteristic equation in the matrix form is studied. As a result of investigating value expressions and minors signs of characteristic equation matrices, conclusions are made about the stability system. The application of this algebraic criterion for static stability investigation of complex conservative systems allows to define the position of the system on safety and nonsafety stability boundary.

Keywords: static stability, complex position conservative system, minors of matrices, characteristic equation.