

Տ.Ս. ԳՆՈՒՆԻ, Լ.Հ. ԱԼԵՔՍԱՆՅԱՆ

**0,38/0,22 կՎ ՄԱՅՐՈՒՂԱՅԻՆ ԷԼԵԿՏՐԱՀԱՂՈՐԴՄԱՆ ԳԾԵՐՈՒՄ
ԱՆՀԱՎԱՍԱՐԱԶԱՓՈՒԹՅԱՆ ԳՈՐԾԱԿՑԻ ԱՐԺԵՔԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ ՈՉ
ՀՍՏԱԿ ԾՐԱԳՐԱՎՈՐՄԱՄԲ**

Դիտարկվել է անհավասարաչափության գործակցի որոշման մեթոդ՝ կախված 0,38/0,22 կՎ էլեկտրական ցանցի կոնկրետ տեղամասի առանձնահատկություններից: Որպես էլեկտրական ցանցի տեղամասի բնութագրիչ հատկանիշներ դիտարկվել են միաֆազ սպառողների և դրանց կողմից սպառված էլեկտրաէներգիայի ծավալների մասնաբաժինները, որոնց փոփոխման տիրույթներն արտահայտվել են լեզվաբանական փոփոխականների միջոցով: Խնդիրը լուծվել է ոչ հստակ մաթեմատիկական ծրագրավորման մեթոդների կիրառմամբ՝ MatLab ծրագրային փաթեթի օգնությամբ: Բերված է խնդրի լուծման թվային օրինակը:

Առանցքային բառեր. անհավասարաչափության գործակից, ոչ հստակ բազմություն, ոչ հստակ տրամաբանություն, լեզվաբանական փոփոխական, պատկանելության ֆունկցիա:

Հայտնի մոտեցումների [1, 2] և ՀՀ հանրային ծառայությունները կարգավորող հանձնաժողովի կողմից հաստատված «0,38-35 կՎ լարման էլեկտրական ցանցերում էլեկտրաէներգիայի տեխնոլոգիական կորուստների հաշվման մեթոդիկայի» [3] համաձայն՝ 0,38/0,22 կՎ էլեկտրական ցանցերի տարրերում էլեկտրաէներգիայի բեռնվածքային կորուստների հաշվարկն իրականացվում է

$$\Delta W = k_{\omega\delta} I_{\phi\delta}^2 r T_{\text{հաշ}} \quad (1)$$

բանաձևով, որտեղ $k_{\omega\delta}$ -ը բեռնվածքի անհավասարաչափության գործակիցն է, $I_{\phi\delta}$ -ը՝ գծային հոսանքի միջին արժեքը (U), r -ը՝ էլեկտրական ցանցի տարրի ակտիվ դիմադրությունը (Ohm), $T_{\text{հաշ}}$ -ը՝ հաշվետու ժամանակահատվածի տևողությունը (σ):

Ընդհանուր դեպքում անհավասարաչափության գործակցի մեծությունը որոշվում է

$$k_{\omega\delta} = \frac{3nU_{\phi\delta}^2}{S_{\phi\delta}^2} \sum_{i=1}^n (I_{Ai}^2 + I_{Bi}^2 + I_{Ci}^2 + F I_{Ni}^2) \quad (2)$$

բանաձևով, որտեղ $n = T_{\text{հաշ}} / \Delta t$ -ը հատվածների թիվն է հաշվետու ժամանակահատվածում $T_{\text{հաշ}}$ ընտրված դիսկրետ Δt քայլի համար, I_A -ն, I_B -ն, I_C -ն ֆազային հոսանքներն են, I_N -ը՝ չեզոք հաղորդալարի հոսանքը, i -ն՝ ֆազային հոսանքի ընթացիկ արժեքը նշող ինդեքս, $F = r_i / r_{\phi}$ -ը՝ չեզոք (r_i) և ֆազային (r_{ϕ}) հաղորդալարերի դիմադրությունների հարաբերությունը, $U_{\phi\delta}$ -ը՝ չափումների ամբողջ

Ժամանակահատվածում ֆազային լարման միջին արժեքը, $S_{\text{միջ}}$ -ը՝ չափումների ամբողջ ժամանակահատվածում սպառվող հզորության միջին արժեքը:

Նախորդ հետազոտությունների արդյունքներից [4] հայտնի է, որ մայրուղային էլեկտրահաղորդման գծերի գլխամասային հատվածներում $k_{\omega\phi}$ անհավասարաչափության գործակցի բաշխումը համապատասխանում է լոգարիթմական նորմալ օրինաչափությանը՝ արտահայտված անհավասարաչափության գործակցի միջնարժեքի $a=1,545$ և միջին քառակուսային շեղման $\sigma=0,237$ թվային բնութագրերով:

Ստացված օրինաչափության տեսական նշանակություններից մեկն [4] այն է, որ այն թույլ է տալիս որոշել չկրկնվող ընտրաքանակի ծավալը՝ կախված գլխավոր ամբողջականության ծավալից և ընտրաքանակի ճշտությանը ներկայացվող պահանջից:

Լոգարիթմական նորմալ բաշխման օրինաչափության արգումենտի փոփոխման $k_{\omega\phi}=(0; \infty)$ տիրույթը ներառում է արգումենտի $k_{\omega\phi}<1$ արժեքներ, ինչն ըստ (2) բանաձևի զուրկ է որևէ ֆիզիկական իմաստից: Բացի դրանից, վերը նշված թվային բնութագրերով արտահայտված լոգարիթմական նորմալ բաշխման օրինաչափության վերլուծությունը [5] ցույց է տալիս, որ անհավասարաչափության գործակցի արժեքի $k_{\omega\phi}=[1;2]$ տիրույթում գտնվելու հավանականությունը կազմում է $P(1 \leq k_{\omega\phi} \leq 2)=0,83$, իսկ $k_{\omega\phi}=[1; 2,5]$ տիրույթում գտնվելը՝ $P(1 \leq k_{\omega\phi} \leq 2,5)=0,95$: Դա նշանակում է, որ անհավասարաչափության գործակցի արժեքը բնութագրվում է միջնարժեքի նկատմամբ զգալի ցրվածությամբ: Այդ փաստը կարելի է անտեսել ընդհանրացված հաշվարկներում: Սակայն կոնկրետ ցանցային տեղամասում այսպիսի անտեսումը էլեկտրաէներգիայի կորուստների հաշվարկի ժամանակ կարող է հանգեցնել զգալի սխալների:

Այսպիսով, 0,38/0,22 $k_{\omega\phi}$ մայրուղային էլեկտրահաղորդման գծում էլեկտրաէներգիայի կորուստների մեծությունը բնութագրող անհավասարաչափության գործակցի արժեքի որոշումը, կախված էլեկտրական ցանցի տեղամասի առանձնահատկություններից, վերածվում է բնական անորոշության պայմաններում որոշում կայացնելու խնդրի: Ստորև բերված է ներկայացված խնդիրների լուծման եղանակ՝ հիմնված ոչ հստակ բազմությունների տեսության մեթոդների կիրառման վրա:

Դիտարկենք ոչ հստակ բազմությունների տեսության հիմնական դրույթները [6-8]: Ս ընդհանրացված բազմությունում $\tilde{A}$ ոչ հստակ բազմությունը (fuzzy set) կոչվում է $(\mu_A(u), u)$ ամբողջական զույգ, որտեղ $\mu_A(u)$ -ն բնութագրում է $u \in U_K$ տարրի՝ $\tilde{A}$ ոչ հստակ բազմությանը պատկանելության աստիճանը: Պատկանելության աստիճանը $[1; 0]$ տիրույթի որոշակի թիվ է: Որքան մեծ է պատկանելության աստիճանը, ընդհանրացված բազմության տարրն այնքան ավելի շատ կհամապատասխանի ոչ հստակ բազմության հատկություններին: Պատկանելության ֆունկցիա (membership function) է կոչվում որոշակի մաթեմատիկական ֆունկցիա, որը նկարագրում է ընդհանրացված բազմության ցանկացած տարրի՝ ոչ հստակ բազմությանը պատկանելության աստիճանը:

Եթե ընդհանրացված բազմությունը բաղկացած է սահմանափակ քանակությամբ տարրերից $U = \{u_1, u_2, \dots, u_k\}$, ապա $\tilde{A}$ ոչ հստակ բազմությունը նկարագրվում է

$$\tilde{A} = \sum_{i=1}^k (\mu_A(u_i)/u) \quad (3)$$

արտահայտությամբ:

Օրինակ՝ $\tilde{A} = 0/0 + 0,4/2 + 0,8/4 + 1/5 + 0,8/6 + 0,4/8 + 0/10$ ոչ հստակ բազմությունը նկարագրում է «մոտավորապես հավասար է 5» հասկացությունը: Այս արտահայտությունը նշանակում է, որ 0-ն և 10-ը չեն պատկանում բերված հասկացությանը, 5-ը պատկանում է դրան ամբողջությամբ, իսկ մնացած թվերը զբաղեցնում են միջանկյալ դիրքեր, օրինակ՝ 2-ը և 8-ը պատկանում են դրան 40%-ով:

Եթե U ընդհանրացված բազմությունն անընդհատ է, ապա $\tilde{A}$ ոչ հստակ բազմությունը նկարագրելու համար օգտագործվում է

$$\tilde{A} = \int_U (\mu_A(u)/u) \quad (4)$$

արտահայտությունը:

Ոչ հստակ բազմությունների տեսության ներքո կիրառվող ընթացակարգերից կարևորագույնը համարվում է դեֆազիֆիկացիան (defuzzification), որը թույլ է տալիս ոչ հստակ բազմությունը փոխակերպել հստակ թվի: Դեֆազիֆիկացիայի ընթացակարգը համանման է հավանականության տեսությունում պատահական մեծությունների բնութագրիչների (մաթեմատիկական սպասումի, մոդի, միջնարժեքի) որոշմանը: Դեֆազիֆիկացիայի ընթացակարգի իրականացման պարզագույն եղանակը պատկանելության ֆունկցիայի առավելագույնին համապատասխանող հստակ թվի ընտրությունն է: Սակայն տվյալ մեթոդի պիտանելիությունը սահմանափակվում է միայն միաէքստրեմումային պատկանելության ֆունկցիաներով: Բազմաէքստրեմումային պատկանելության ֆունկցիաների դեֆազիֆիկացման համար մշակված են մի շարք մոտեցումներ, որոնց թվին են պատկանում ծանրության կենտրոնի, միջնարժեքի, առավելագույնից առավելագույնի, առավելագույնից նվազագույնի, առավելագույնների կենտրոնի որոշման մեթոդները:

Մասնավորապես, ծանրության կենտրոնի՝ Մամդանիի մեթոդի կիրառմամբ (4) ոչ հստակ բազմության դեֆազիֆիկացիան իրականացվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$a = \left[\int_U u \cdot \mu_A(u) du \right] / \left[\int_U \mu_A(u) du \right] : \quad (5)$$

Բերված (5) բանաձևի ֆիզիկական համանմանը կոորդինատային առանցքներով և պատկանելության ֆունկցիայի գրաֆիկով սահմանափակված հարթ պատկերի ծանրության կենտրոնի որոշումն է:

Անդրադառնալով վերոհիշյալ խնդրին՝ դիտարկենք 0,38/0,22 և 4 մայրուղային էլեկտրահաղորդման գծում անհավասարաչափության գործակցի որոշման առաջարկով եղանակը՝ հաշվի առած այդ գծով սնվող էլեկտրական ցանցի տեղամասի առանձնահատկությունները, որոնք բնութագրում են միաֆազ սպառողների որոշակի n և դրանց կողմից սպառված էլեկտրաէներգիայի որոշակի w մասնա-բաժիններով:

Արտահայտենք k_{wg} , n և w մեծությունները հետևյալ լեզվաբանական փոփոխականների միջոցով: Տրված են՝

1. ընդհանրացված բազմություններ՝ $K_{wg}=[1; 2,2]$, $N=[0; 100]$ և $W=[0; 100]$,
2. տերմ-բազմություն $T = \{t_1, t_2, t_3, t_4, t_5\} = \{\text{«շատ ցածր»}, \text{«ցածր»}, \text{«միջին»}, \text{«բարձր»}, \text{«շատ բարձր»}\}$ ՝ հետևյալ պատկանելության ֆունկցիաներով՝
($k_{wg} \in K_{wg}, n \in N$ և $w \in W$):

$$\mu_{t_i}(u_j) = \begin{cases} \frac{u_j + (2-i) \cdot a_j}{a_j}, & \text{եթե } (i-2) \cdot a_j \leq u_j \leq (i-1) \cdot a_j, \\ \frac{-u_j + i \cdot a_j}{a_j}, & \text{եթե } (i-1) \cdot a_j \leq u_j \leq i \cdot a_j, \\ 0, & \text{եթե } u_j \notin [(i-2) \cdot a_j, i \cdot a_j], \end{cases} \quad (6)$$

որտեղ i -ն տերմ-բազմության համապատասխան տարրերի ինդեքսն է, u_j -ն և a_j -ն $u = |n, w, k_{wg}|^T$ և $a = |25 \ 25 \ 0.3|^T$ սյունյակային մատրիցների $j=(1, 2, 3)$ ինդեքսին համապատասխանող տարրերն են:

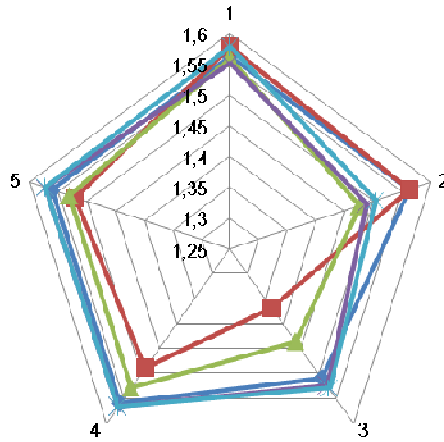
Անհավասարաչափության գործակցի առկա ընտրաբանակից որոշվում են անհավասարաչափության գործակցի միջին արժեքները՝ տերմ-բազմության ինդեքսներին համապատասխանող n և w մեծությունների տարբեր տիրույթներում (աղ. 1):

Աղյուսակ 1

Անհավասարաչափության գործակցի միջին արժեքները n և w մեծությունների տարբեր տիրույթներում

n w		t_1	t_2	t_3	t_4	t_5
		$0 \leq w \leq 25$	$0 \leq w \leq 50$	$25 \leq w \leq 75$	$50 \leq w \leq 100$	$75 \leq w \leq 100$
t_1	$0 \leq n \leq 25$	1,563	1,563			
t_2	$0 \leq n \leq 50$	1,579	1,563	1,368		
t_3	$25 \leq n \leq 75$	1,560	1,476	1,436	1,529	
t_4	$50 \leq n \leq 100$	1,553	1,488	1,524	1,567	1,573
t_5	$75 \leq n \leq 100$	1,579	1,504	1,530	1,567	1,573

Ինչպես տեսնում ենք, աղյուսակ 1-ում առկա են դատարկ բջիջներ, քանի որ n և w մեծությունների այդ տիրույթների համար վստահելի վիճակագրական տեղեկատվությունը բացակայում է: Բացակայող փոփոխականների արժեքների վերականգնման համար աղյուսակ 1-ի տվյալներով կառուցենք Radar տեսակի գրաֆիկական պատկեր (նկ.1):



Նկ. 1. Անհավասարաչափության գործակցի միջին արժեքների գրաֆիկական պատկեր

Վերլուծելով անհավասարաչափության գործակցի միջին արժեքների փոփոխման միտումները՝ ներկայացնենք անհավասարաչափության գործակցի միջին արժեքներն ըստ տերմ-բազմության լեզվաբանական փոփոխականների (աղ. 2):

Աղյուսակ 2

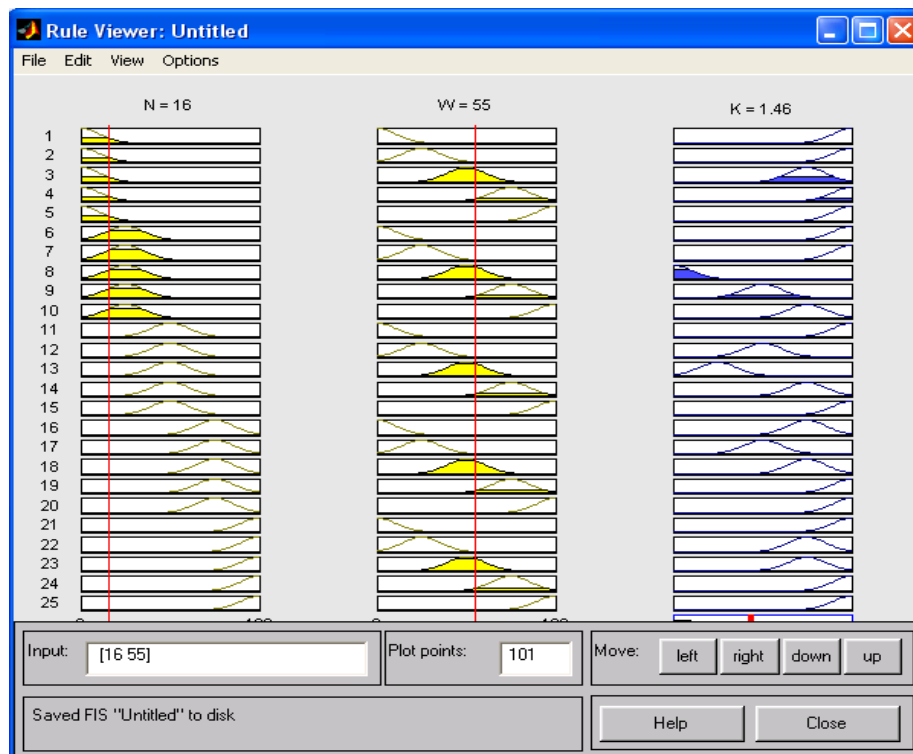
Անհավասարաչափության գործակցի՝ լեզվաբանական փոփոխականներով արտահայտված արժեքները n և w մեծությունների տարբեր տիրույթներում

n	w	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5
		$0 \leq w \leq 25$	$0 \leq w \leq 50$	$25 \leq w \leq 75$	$50 \leq w \leq 100$	$75 \leq w \leq 100$
t_1	$0 \leq n \leq 25$	t_5	t_5	t_4	t_5	t_5
t_2	$0 \leq n \leq 50$	t_5	t_5	t_1	t_3	t_4
t_3	$25 \leq n \leq 75$	t_5	t_3	t_2	t_4	t_4
t_4	$50 \leq n \leq 100$	t_4	t_3	t_4	t_5	t_5
t_5	$75 \leq n \leq 100$	t_5	t_4	t_4	t_5	t_5

MatLab ծրագրային կառուցվածքում տեղակայված Fuzzy կիրառական ծրագրային փաթեթի միջոցով հնարավոր է ստեղծել ոչ հստակ լեզվաբանական և ոչ հստակ դասակարգման համակարգեր: Երկխոսության ռեժիմում Fuzzy մոդելը թույլ է տալիս ոչ հստակ համակարգերը ենթարկել դեֆազիֆիկացիայի ընթացակարգի՝ Մամդանիի մեթոդի կիրառմամբ: Այս տիպի համակարգերում տրամաբանական եզրակացության հիմք է հանդիսանում համապատասխան կանոնների բազան, որը պարունակում է «Եթե-ապա» տեսակի ոչ հստակ արտահայտություններ, օրինակ՝ «Եթե x =ցածր է և y =միջին, ապա z =ցածր է»:

Նկարագրված պատկանելության ֆունկցիաները (6) և աղյուսակ 2-ում բերված լեզվաբանական փոփոխականների միջև գոյություն ունեցող տրամաբանական կապերը ներմուծվել են Fuzzy մոդել:

Ստեղծված մոդելի օգնությամբ կարելի է հաշվարկել k_{ω} անհավասարաչափության գործակցի արժեքներ՝ կախված 0,38/0,22 χ^2 էլետրական ցանցի կոնկրետ տեղամասի առանձնահատկություններից: Մասնավորապես, եթե միաֆազ սպառիչների մասնաբաժինը կազմում է ընդհանուրի 16%-ը, իսկ դրանց կողմից սպառված էլեկտրաէներգիայի մասնաբաժինը՝ ընդհանուրի 55%-ը, ապա նկարագրված եղանակով հաշվարկի արդյունքում կստանանք, որ տվյալ հարաչափերի դեպքում անհավասարաչափության գործակցի արժեքը կազմում է 1,46: Այս օրինակի լուծման արդյունքների տեսքը, Fuzzy ծրագրային փաթեթի պատուհանի արտապատկերմամբ, բերված է նկար 2-ում:



Նկ.2. Ոչ հստակ տրամաբանական եզրակացության արտապատկերումը RuleViewer պատուհանում

Եզրակացություններ.

1. Որոշվել են բեռնվածքի անհավասարաչափության գործակցի միջին արժեքները 0,38/0,22 *կՎ* մայրուղային էլեկտրահաղորդման գծերի գլխամասային հատվածներում էլեկտրական ցանցի տեղամասի միաֆազ սպառողների և դրանց կողմից սպառված էլեկտրաէներգիայի մասնաբաժինների տարբեր տիրույթների համար:
2. Կազմվել են ոչ հստակ հարաբերությունների աղյուսակներ, որոնցում բացակա-յող արժեքները վերարտադրվել են տրամաբանական մեկնաբանությունների հիման վրա:
3. MatLab ծրագրային փաթեթի կիրառմամբ իրականացվել է ոչ հստակ բազմութ-յան դեֆազիֆիկացումը՝ Մամդանիի մեթոդով:
4. Ստացված մաթեմատիկական մոդելը թույլ է տալիս ոչ հստակ մուտքային տվյալների դեպքում իրականացնել անհավասարաչափության գործակցի հստակ հաշվարկ:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Железко Ю.С., Артемьев А.В., Савченко О.В.** Расчет, анализ и нормирование потерь электрической энергии в сетях: Руководство для практических расчетов. –М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003. – 280с.
2. Потери электроэнергии в электрических сетях энергосистем /Под ред. **В.Н. Казанцева.** –М.: Энергоатомиздат, 1985. –366 с.
3. 0,38-35 *կՎ* լարման էլեկտրական ցանցերում էլեկտրաէներգիայի տեխնոլոգիական կորուստների հաշվման մեթոդիկա / Հաստատված է ՀՀ հանրային ծառայությունները կարգավորող հանձնաժողովի առ 8 հոտեմբերի 2002թ. թիվ 65ա որոշմամբ:
4. **Гнуни Т.С.** Исследование величины коэффициента неравномерности графика нагрузки в электрических сетях 0.4 *кВ* Армении// Энергетика (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ). -2005. -№ 6. - С. 13-20.
5. **Кремер Н.Ш.** Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник для вузов. –М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. –543 с.
6. **Заде Л.** Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений.–М.: Мир, 1976.–165 с.
7. **Kosko B.** Fuzzy systems as universal approximators // IEEE Transactions on Computers. - November, 1994. -Vol. 43, № 11.– P. 1329-1333.
8. **Cordon O., Herrera F.A.** General study on genetic fuzzy systems // Genetic Algorithms in engineering and computer science.- 1995. – P. 33-57.

ՀՀ «Էներգետիկայի ԳՀԻ» ՓԲԸ. Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 17.09.2008:

Т.С. ГНУНИ, Л. Г. АЛЕКСАНИЯ

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ КОЭФФИЦИЕНТА НЕРАВНОМЕРНОСТИ В
МАГИСТРАЛЬНЫХ ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ 0.38/0.22 кВ НА ОСНОВЕ
НЕЧЕТКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

Рассмотрен метод определения коэффициента неравномерности в зависимости от характерных особенностей конкретного участка электрических сетей 0.38/0.22 кВ. В качестве показателей характерных особенностей электросетевого участка изучены долевые значения количества однофазных потребителей и объемов потребленной ими электроэнергии, интервалы изменения которых выражены с помощью лингвистических переменных. Поставленная задача решена на основе применения методов нечеткого математического программирования с использованием программного пакета MatLab. Приведен числовой пример решения задачи.

Ключевые слова: коэффициент неравномерности, нечеткое множество, лингвистическая переменная, функция принадлежности.

T.S. GNUNI, L.H. ALEKSANYAN

**DEFINITION OF NON-UNIFORMITY COEFFICIENT IN THE 0.38/0.22kV MAINS
ELECTRIC LINES THROUGH UNCERTAIN PROGRAMMING**

The method of non-uniformity coefficient definition depending on the character of certain section of 0.38/0.22kV electric networks is considered. As electrical networks section characteristic features, the shares of single phase consumers and the electricity consumed by them are studied, the alteration intervals of which are expressed by linguistic variables. The problem put forth is solved by application of uncertain mathematical programming methods with the help of software package Matlab. The digital sample of problem solution is given.

Keywords: non-uniformity coefficient, fuzzy set, linguistic variables, membership function.