

KUCHLANISH O'ZGARISHINI REAKTIV QUVVATNI AVTOMATIK KOMPENSATSIYALASH QURILMASIDA ROSTLASH

I. X. Xolidinov

Farg'ona politexnika instituti dotsenti

A. A. Qodirov

Farg'ona politexnika instituti assistenti

S. Kamoliddinov

Farg'ona politexnika institute assistenti

i.xolidinov@ferpi.uz

ANNOTATSIYA

Ushbu maqolada elektr tarmoqlarida kuchlanishning o'zgarishini reaktiv quvvat hisobiga rostdash hisoblashlari keltirilgan. Bundan tashqari reaktiv quvvatni avtomatik kompensatsiyalash qurilmasini joriy etishdan oldingi va keying holati uchun matematik modeli ishlab chiqilgan.

Kalit so'zlar: Kuchlanish o'zgarishi, reaktiv quvvat, kompensasiya, ruxsat etilgan qiymat, chegaraviy qiymat.

ABSTRACT

This article presents calculations for regulating voltage in electrical networks due to reactive power. In addition, a mathematical model of the state before and after the introduction of an automatic reactive power compensation device has been developed.

Keywords: Voltage change, reactive power, compensation, allowable value, limit value.

KIRISH

Elektr energiyani muhim sifat ko'rsatkichlaridan biri kuchlanishni haqiqiy qiymati hisoblanib u iste'molchini ulanish sxemasiga bog'liq holda faza yoki liniya kuchlanishi bo'lishi mumkin.

Transformatsiyalashni bir pog'onasi orasida tarmoq kuchlanishi nisbatan kichik oraliqda o'zgaradi, shuning uchun



hisoblarni soddalashtirish maqsadida amaliyotda kuchlanishni og‘ishi tushunchasidan foydalaniladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Ma’lum bir tarmoq uchun kuchlanishning og‘ishi δU kuchlanishni haqiqiy U_x va nominal qiymati U_{nom} qiymatlari o‘rtasidagi farqqa aytiladi [1]:

$$\left. \begin{aligned} \delta U &= U_x - U_{nom} \quad (\text{B, kB}) \\ \delta U &= \frac{U_x - U_{nom}}{U_{nom}} \cdot 100\% \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

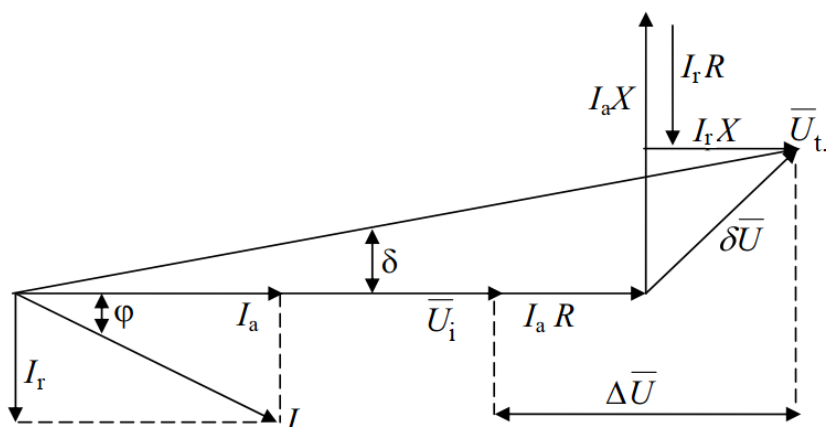
Kuchlanishni haqiqiy qiymati $U_{(1)}$ bir fazali elektr yuklamalarida asosiy chastota kuchlanishining garmonika tashkil etuvchilarini hisobga olmagan holda, uch fazali yuklamalarda esa - asosiy chastota kuchlanishining to‘g‘ri ketma-ketlik $U_{1(1)}$ qiymatlari sifatida aniqlanadi.

GOST 13109-97 ga muvofiq, elektr energiya iste’molchilarining normal ishlash sharoitida kuchlanishni quyidagi qiymatlarda og‘ishiga ruxsat etiladi [1, 2, 3]:

- elektr dvigatellarning qisqichlarida va ularni ishga tushirish, boshqarish moslamalarida $-5... +10\%$;
- sanoat korxonalarining ish o‘rinlarini yoritish qurilmalari va jamoat binolarida, shuningdek tashqi yoritgichli inshootlarda o‘rnatilgan yoritgich qurilmalarining qisqichlarida $-2,5... +5\%$;
- qolgan elektr iste’molchilarning qisqichlarida kuchlanishning nominaldan $\pm 5\%$ gacha og‘ishiga ruxsat beriladi.

Avariya dan keyingi holatlarda kuchlanish kamayishi yana 5%ga ruxsat etiladi [3].

Belgilangan talablarni bajarish uchun birinchi navbatda, kuchlanish og‘ishini nazorat qilish va o‘lchashni tashkil etish, ularning ko‘rsatkichlarini hisoblash va aniqlash, barqarorlashtirish bo‘yicha chora-tadbirlarni amalga oshirish zarur. Ushbu masalalar [3,4] da batafsil ko‘rib chiqilgan. Elektr energiya sifatining boshqa ko‘rsatkichlari ham ko‘rib chiqilgan. Kuchlanish og‘ishining mohiyatini tushinish uchun qarshiligi $Z = R + jX$ bo‘lgan sodda elektr tarmog‘ining tok va kuchlanish vektor diagrammasida ko‘rib chiqamiz (1 – rasm).



1 – rasm. Sodda elektr tarmog‘i uchun tok va kuchlanishning vektor diagrammasi

Ushbu tarmoq holatining tenglamalari quyidagi shaklga ega bo‘ladi [4]:

$$\bar{U}_t = \bar{U}_i + \delta \bar{U}; \quad (2)$$

$$\delta \bar{U} = IZ = (I_a - jI_r)(R + jX) = I_a R + I_r X - j(I_a X - I_r R) = \Delta \bar{U} - j\Delta \bar{U}, \quad (3)$$

bu yerda: \bar{U}_t – ta‘minot tarmog‘ining kuchlanish vektori; \bar{U}_i – iste‘molchilar qisqichlaridagi kuchlanish vektori; $Z = R + jX$ qarshilikli liniyada $\delta \bar{U}$ – kuchlanish tushuvi; $\Delta \bar{U}$, $j\Delta \bar{U}$ – kuchlanish tushuvini bo‘ylama va ko‘ndalang tashkil etuvchilari.

Aktiv-induktiv yuklamada kuchlanish tushuvini ko‘ndalang tashkil etuvchilari kichik, elektr ta‘minoti tizimi tugunlarida kuchlanish o‘rtasidagi burchak δ ahamiyatsiz bo‘lib (transformatsiyani turli pog‘onalarida kuchlanish o‘rtasidagi umumiy burchak amaliyotda 10° dan oshmaydi), shuning uchun sanoat tarmoqlari kuchlanish tebranishi va og‘ishi hisoblanishida amaliyot hisob-kitoblari uchun kuchlanish isrofi va kuchlanish tushuvi o‘rtasidagi farq ahamiyatsiz va kuchlanish isrofi quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi:

$$\Delta U = I_a R + I_r X \approx |\delta \bar{U}|. \quad (4)$$

Sanoat elektr tarmoqlarida $R/X = 0,03 \dots 0,1$ inobatga olgan holda, tenglamani nisbiy kattalikda quyidagi ko‘rinishda yozish mumkin:

$$\Delta U_{n.k} = \frac{\Delta U}{U_n} = \frac{I_a R + I_r X}{U_n} = \frac{PR + QX}{U_n} = \frac{P \frac{R}{X} + Q}{\sqrt{3} U_n \frac{U_n}{X}} \approx \frac{Q}{S_{qt}}, \quad (5)$$

bu yerda: S_{qt} – qisqa tutashuv (QT) quvvati, P – aktiv quvvat, Q – reaktiv quvvat.

(5) formuladan ko‘rinib turibdiki, elektr tarmoqlarida ko‘p hollarda kuchlanish rejimi reaktiv quvvat rejimi bilan bog‘liq [4].



NATIJALAR

№ 53287 raqamli shartnoma asosida “Farg‘ona hududiy elektr tarmoqlari korxonasi AJ” ga tegishli quvvati 630 kVA bo‘lgan transformatorida tadqiqot ishlari olib borildi. Ikki hafta davomida ushbu transformatorida elektr energiyasining sifat ko‘rsatkichlarini aniqlash, I.X.Xoliddinov va boshqalar tomonidan ishlab chiqarilgan “Malika-01” qurilmasida amalga oshirildi [5,6,7].



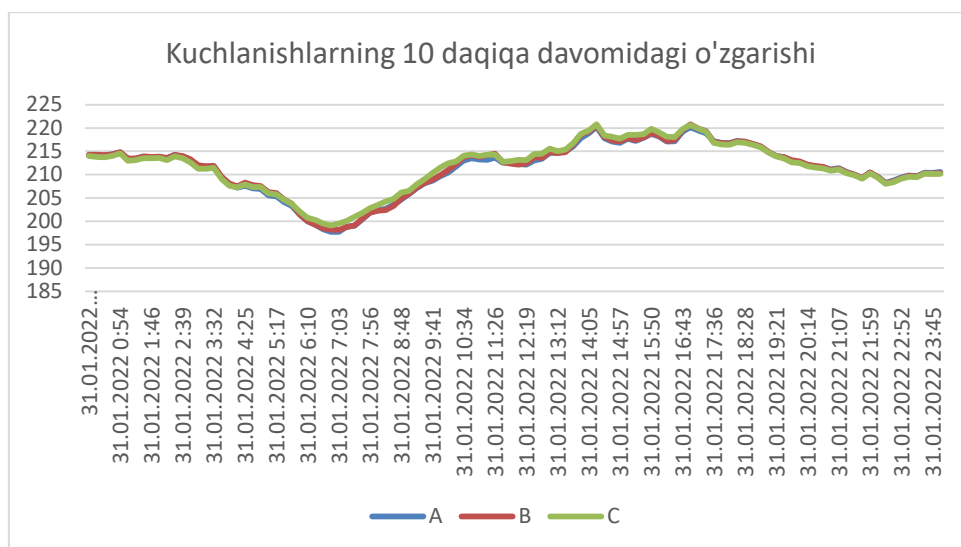
a



b

2 – rasm. Elektr energiyasining sifat ko‘rsatkichlarini o‘lchash qurilmasi
a) Korxonaning 630 kVA li transformatori; b) Malika-01 qurilmasi

3-rasmda Malika-01 qurilmasidan olingan 31.01.2022 yil dushanba kungi iste‘mol girafigida kuchlanishning o‘zgarishi keltirilgan. Bu yerda kuchlanishning minimal qiymati $U_{min} = 198 V$ ni, maksimal qiymati $U_{max} = 221 V$ ni tashkil etgan. Bu [1] talabi bo‘yicha chegaraviy qiymatgacha o‘zgarishini ko‘rsatib turibdi. Bundan kelib chiqib transformatorida (kuzatilayotgan korxonada) reaktiv quvvatni kompensatsiyalash zarurligini ko‘rish mumkin [3,8,9].



3-rasm. Kompensatsiya qurilmasi o'rnatilishidan oldingi kuchlanishning o'zgarishining grafigi

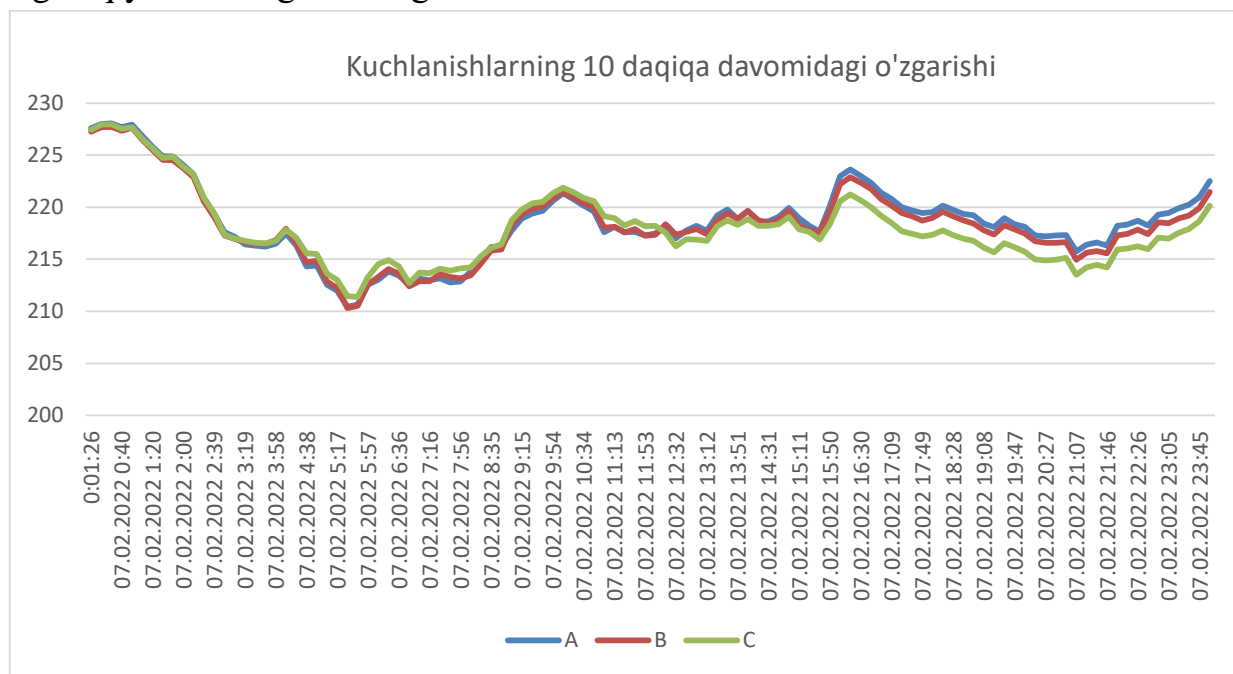
[8, 9] dan foydalanib kompensatsiyalanishi zarur bo'lgan reaktiv quvvat miqdori aniqlanadi. 4- rasmda quvvati 40 kVAr li, PRF-12 tipli reaktiv quvvatni avtomatik kompensatsiyalash qurilmasi o'rnatilgani keltirilgan. Bu qurilma iste'molchi qancha reaktiv quvvat istemol qilayotganini o'lchaydi va kerakli bo'lgan reaktiv quvvatni avtomatik ravishda tarmoqqa ulaydi va uzadi [3, 8]. Qurilmaning 12 ta pog'onasi mavjud bo'lib har-bir pog'onasiga kondensator batareyasi ulandi va avtomatik ravishda pog'onalar boshqarilib tarmoqqa reaktiv quvvatni silliq ta'minlashga erishiladi.



4-rasm. PRF-12 tipli reaktiv quvvatni kompensatsiyalash qurilmasi

5-rasmda reaktiv quvvatni avtomatik kompensatsiyalash qurilmasi o'rnatilgandan keyin 07.02.2022 yil dushanba kungi

iste'mol girafigida kuchlanishning o'zgarishini Malika-01 qurilmasidan olingan qiymatlari keltirilgan. Bu yerda kuchlanishning minimal qiymati $U_{min} = 210 V$ ni, maksimal qiymati $U_{max} = 228 V$ ni tashkil etgan. Bu [1] talabi bo'yicha ruxsat etilgan qiymat oralig'ida o'zgarishini ko'rsatib turibdi.



5-rasm. Kompensatsiya qurilmasi o'rnatilgandan keyin kuchlanishning o'lchov qiymatlarining grafigi

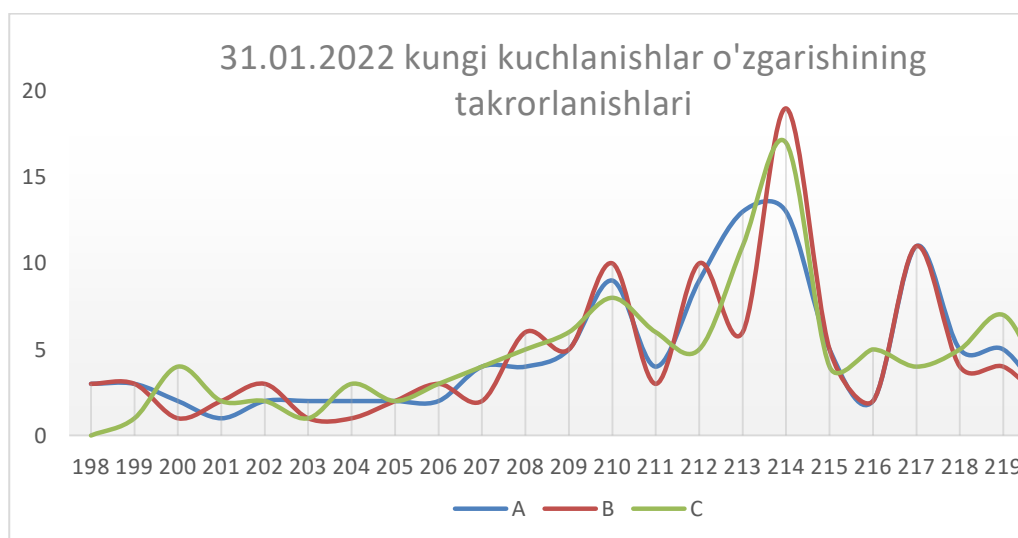
1-jadvalga muvofiq kompensatsiya qurilmasi o'rnatilishidan oldingi (6.a-rasm) va o'rnatilgandan keyingi (6.b-rasm) holatlar uchun matematik model ishlab chiqildi [8], [9].

MUHOKAMA

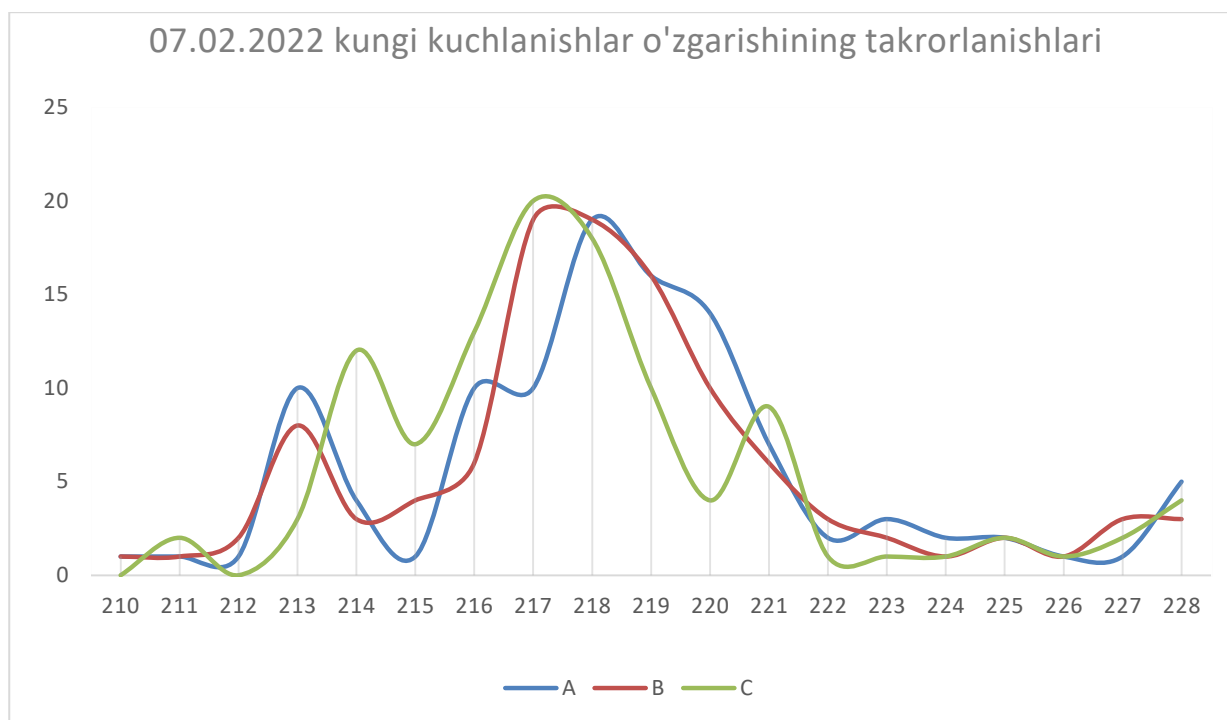
1-jadval

O'lchash oralig'lari, V	Oldin			Keyin		
	O'lchashdagi takrorlanish			O'lchashdagi takrorlanish		
	A	B	C	A	B	C
198	3	3	0	0	0	0
199	3	3	1	0	0	0
200	2	1	4	0	0	0
201	1	2	2	0	0	0
202	2	3	2	0	0	0
203	2	1	1	0	0	0

204	2	1	3	0	0	0
205	2	2	2	0	0	0
206	2	3	3	0	0	0
207	4	2	4	0	0	0
208	4	6	5	0	0	0
209	5	5	6	0	0	0
210	9	10	8	1	1	0
211	4	3	6	1	1	2
212	9	10	5	1	2	0
213	13	6	11	10	8	3
214	13	19	17	4	3	12
215	5	5	4	1	4	7
216	2	2	5	10	6	13
217	11	11	4	10	19	20
218	5	4	5	19	19	18
219	5	4	7	16	16	10
220	2	2	3	14	10	4
221	0	2	2	7	6	9
222	0	0	0	2	3	1
223	0	0	0	3	2	1
224	0	0	0	2	1	1
225	0	0	0	2	2	2
226	0	0	0	1	1	1
227	0	0	0	1	3	2
228	0	0	0	5	3	4



6a-rasm. Qurilma o'rnatilmasdan oldingi kuchlanishning o'lshashdagi takrorlanishlarining grafigi



6b-rasm. Qurilma o'rnatilgandan keyingi kuchlanishning o'lashdagi takrorlanishlarining grafigi

Yuqoridagi grafiklarni bir-biriga solishtiradigan bo'lsak, 6.a-rasmdan ko'rinib turibdiki reaktiv quvvatni avtomatik kompensatsiyalash qurilmasi o'rnatilishidan oldingi kun davomidagi o'lchashlardagi eng ko'p takrorlanish har bir faza uchun 214 V (A faza 13, B faza 19, C faza 17) ni tashkil qilmoqda. Buni grafikdan ham ko'rish mumkin. Qurilma o'rnatilguncha kuchlanishning qiymati nominal holatga nisbatan 10 % gacha pastlagani kuzatilgan.

6.b-rasmda esa, ya'ni reaktiv quvvatni avtomatik kompensatsiyalash qurilmasi o'rnatilgandan keyingi holatda kun davomidagi o'lchashlardagi eng ko'p takrorlanish har bir faza uchun 218 V (A faza 19, B faza 19, C faza 18) ni tashkil etmoqda. Bundan tashqari bir-biriga yaqin oraliqlardagi kuchlanishning qiymatlarining takrorlanishi ham ortgan. Kompensatsiya qurilmasi o'rnatilgandan so'ng kuchlanishning qiymati nominal holatga nisbatan 5 % dan ham kamroq o'zgarishini kuzatilgan.

XULOSA

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki reaktiv quvvatni avtomatik kompensatsiyalash qurilmasi o'rnatilgandan keyin tarmoqdagi kuchlanishning pasayishi 10 % dan 7-8 % gacha kamayib 2-3 % gacha kamayishi ta'minlangan.

REFERENCES

1. ГОСТ 13109-97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. - М.: Изд-во стандартов, 1998. - 31 с.
2. Kholiddinov I.Kh., Musinova G.F., Kholiddinova M.M. Reactive power management to improve power quality. // ACADEMICIA. An international multidisciplinary research journal. India. 2020. P. 161-167.
3. Холиддинов И.Х. Внедрения в промышленных предприятиях энергосберегающих автоматических регуляторов реактивной мощности. // Вестник ТашГТУ, 2014. – № 3.– С. 90-94.
4. I.I. Kartashev, V.N. Tulskiy, R.G. Shamonov and oth.; Power quality management, -М., 2006. -320p.
5. K.R. Allaev, I.Kh. Kholiddinov, S.E. Shaismatov, Patent for a useful model of Republic of Uzbekistan. No. FAP 01166. Device for recording additional power losses in case of unbalanced loads in low-voltage power grids. // Agency for Intellectual Property of the Republic of Uzbekistan.
6. I.Kh. Kholiddinov. Electric Power Quality Analysis 6-10/0.4 kV Distribution Networks //Energy and Power Engineering. – 2016. – Т. 8. – №. 6. – С. 263-269.
7. I.Kh. Kholiddinov et al . Influence of Asymmetrical Modes on the Value of Additional Power Losses in Low-Voltage Electrical Networks [Электронный ресурс]. URL: osf.io/s3em9.
8. Ильяшов В.П. Автоматическое регулирование мощности конденсаторных установок. 1977. – С.122
9. Холиддинов И.Х. О компенсации реактивной мощности на предприятиях. // Проблемы энерго- и ресурсосбережения, 2015. – №1-2. – С. 82-88.