

UOT.621.311

330 KV-LUQ «XAÇMAZ-DƏRBƏND» HX SİSTEMLƏRARASI ƏLAQƏ ÜZRƏ RƏQSLİ PROSESLƏRİN HESABLAMA-EKSPERİMENTAL TƏDQIQI

QARADAĞI A.E.

Azərbaycan Elmi-Tədqiqat və Layihə-Axtarış Energetika İnstitutu

Məqalədə 330-kV-luq «Xaçmaz-Dərbənd» HX SƏ-də rəqslı proseslərin keyfiyyət göstəricilərinin qiymətləndirilməsi üzrə nəticələr verilir. Təhlil aydın görünməyən zəif dempferlənən rəqslərin olması şəraitində keyfiyyət göstəricilərinin hesablanması üçün təklif olunan sadələşdirilmiş metodika ilə aparılmışdır. Nəticələr ƏQA-nın sazlanma qiymətlərinin korreksiyası üçün əsas ola bilər.

Generasiya güclərinin intensiv artımı, elektrik şəbəkəsi strukturunun təkmilləşdirilməsi və inkişafı şəraitində əks-qəza avtomatikasının adekvat təsir göstərməsinə nəzarət olunması və lazım gəldikdə tənzim qiymətlərinə düzəlişlərin edilməsi böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Artıq 30 ilə yaxındır ki, Azərbaycan Respublikası elektroenergetika sistemində (AR EES) 330 kV-luq «Xaçmaz-Dərbənd» HX sistemlərarası əlaqə (SƏ) fəaliyyət göstərir. Bu əlaqə ilə Azərbaycan EES ilə Rusiya Federasiyasının Şimali Qafqaz regionu arasında (RF Ş-Q) güc mübadiləsi həyata keçirilir. Bu SƏ-nin hesabi güc ötürmə qabiliyyəti hal-hazırda, birləşmiş EES-in 5000 MVt-a yaxın AR EES və 10000 MVt-a yaxın RF Ş-Q EES gücündə 610-620 MVt-a yaxın təşkil edir. Belə əlaqənin «zəif» əlaqə olması /1/ heç bir şübhə oyatmır. Elə bu səbəbdən də, AR EES-də müxtəlif həyəcanlanmalar zamanı bu xətdə rəqslı proseslərin xarakterinin hesablama-eksperimental tədqiqatları aparılmışdır. Belə tədqiqatların nəticələri ƏQA-nın tənzim qiymətlərinin yenidən baxılması üçün əsas olmalıdır.

Tədqiqat obyektı kimi artıq 2009-cu ildə 1000 MVt həcmində əlavə generasiya güclərinin işə salınması da nəzərə alınmaqla yaxın perspektivin sxem və rejimi götürülmüşdür. Hər iki EES SƏ-nin sonlarında tam sxemlə modelləşdirilmişdir ki, bu da SƏ ilə real mümkün güc axımını və gərginlik rejimini təmin edir.

Həyəcanlanmaların seçimi AR EES-in rejim və sxeminin xüsusiyyətlərinə görə aparılmışdır: istehlak mərkəzindən uzaqda yerləşən böyük güclü elektrik stansiyalarının olması, artıq və defisitli regionların olması, həmçinin EES-in dayanıqlı fəaliyyətini təmin edən «Şərq» kəsiyinin olması.

Bu kəsiyin strukturuna aşağıdakı HX daxildir: 500 kV-luq HX (normal rejimdə güc axını 429,4 MVt olan 2-ci Abşeron HX), 330 kV-luq HX (247,7 MVt güc axını ilə 1-ci Abşeron HX), 330 kV-luq HX (354,9 MVt güc axını ilə 6-cı Mingəçevir HX) və iki 220 kV-luq HX (1-ci və 2-ci Mingəçevir HX, uyğun olaraq 131,7 və 66,5 MVt güc axını ilə).

Praktik olaraq defisitli regiona yaxın olan SƏ-nin rejiminə təsir göstərən aşağıdakı həyəcanlanmalara baxılmışdır.

- elektrik stansiyalarının daha böyük güclü bloklarının açılması;
- «Şərq» kəsiyinin əsas xətlərinin (330 və 500 kV-luq) normal və təmir sxemlərində açılması;
- «Şərq» kəsiyinin xətlərinin kaskad qəza açılmaları;
- daha güclü elektrik stansiyalarının yüksək gərginlik şinlərinin yaxınlığında və bəzi yük qovşaqlarında yerlə 2 fazalı q.q..

Keçid prosesi SƏ üzrə aktiv güc, SƏ-yə yaxın olan Şimal İES (AR) və Çirkey SES-in (RF Ş-Q) sinxron maşınlarının (SM) rotorlarının qarşılıqlı bucağının və həmçinin SƏ üzrə gərginlik bucağı rəqslərinin keyfiyyət göstəricilərinə görə qiymətləndirilmişdir.

Hesablamalar EES-in (AR) $P=4724$ MVt yük rejimi və SƏ ilə $P=117,7$ MVt güc axını üçün aparılmışdır.

Şimal İES və Çirkey SES SM-nin EHQ-nin vektorları arasındakı qarşılıqlı bucaq $36,6^\circ$, SƏ ilə gərginlik fazalarının meyletməsi $-2,6^\circ$ -dir. Sistemin elektrik stansiyalarının SM-i ifrat keçid riyazi modeli şəklində göstərilmişdir. Bu zaman Sumqayıt İES (BQQ), Şimal İES (BQQ) və Bakı İEM (QTQ) kimi stansiyaların SM-də $K_{ou}=50$, $K'f=5,0$ tənzimləmə əmsalları ilə AVR+PSS tipli TAT-ın təsiri nəzərə alınmışdır.

Sistemin digər SM-də isə (modul stansiyalarının tənzim qiymətləri istisna olmaqla) – $K_{ou}=50$, $K'f=5,0$ sazlanma qiymətləri ilə CT TAT nəzərə alınmışdır.

Astara, Şəki, Bakı, Xaçmaz, Quba və Sənqəçal modul tipli stansiyaların tənzim qiymətləri E' -const şərti ilə sadələşdirilmiş riyazi model şəklində verilmişdir.

330 kV-luq AzİES-də yerlə 2 fazalı q.q. şəklində verilən həyəcanlanmadan 330 kV-luq «X-D» HX SƏ-də yaranan rəqsli proses uzunmüddətli zəif sönən xarakter daşıyır. Belə hallarda, bir qayda olaraq rəqsin həyəcanlanmadan sonrakı ilk iki amplituduna görə rəqsin sönməsinin kəmiyyət qiymətləndirilməsini almaq mümkün olmur.

Bununla əlaqədar olaraq, parametrin maksimal amplitudundan onun qərarlaşmış qiymətində olan zaman müddətində bəzi ortalaşdırılmış sönmə əmsallarına görə rəqsin xarakteri haqqında təsəvvür yaranmasına imkan verən və aşağıda təsvir olunan metodikadan istifadə olunması imkanı verilir. Parametrin qərarlaşmış qiyməti rəqsli proses şəklində ola bilər və amplitudanın orta qiyməti tənzimləmə qurğularının qeyri-həssaslıq zonaları hədlərində yerləşir (3-5)% /2/. Bu zaman nəinki sönmə əmsalını, həmçinin rəqslərin sakitləşmə müddətini, maksimal amplituddan rəqslərin sakitləşməsinədək olan sikllərin sayını da bilmək vacibdir.

Adı çəkilən göstəricilərin hesablamə metodikasını keçid proseslərinin kompüterdə (FK) çıxarılmış əyriyəsinə əsasən qurulmuşdur.

FK-da xətt üzrə P parametrlərinin (güc və bucaqların) dəyişməsinin aşağıdakı göstəriciləri ölçülür:

- P_{max} – ölçülən parametrin rəqsinin başlanğıc maksimal amplitudu;
- P_{10} - əgər proses asimptotik qərarlaşarsa, onda parametrin 10-cu saniyədəki qiyməti;
- P_{20} – əgər proses rəqsi qərarlaşarsa, onda parametrin 20-ci s-dəki qiyməti (rəqsin maksimal və minimal amplitudları ölçülür);
- $P_{\infty ort}$ – qərarlaşmış rəqsli prosesin orta qiyməti;
- P_0 - parametrin ilkin (başlanğıc) qiyməti;
- T – rəqs periodu;
- t_{max} – ölçülən parametrin başlanğıc maksimal amplituda çatma zamanı.

Bu qiymətlərə görə aşağıdakılar hesablanır:

- ε_1 - P_{max} -un P_0 -ni ötmə dərəcəsi (%);
- V - parametrin həyəcanın verilmə anından başlanğıc maksimal qiymətə çatmasının dəyişmə sürəti;
- ω - rəqs tezliyi (1/s);
- $V_{10(20)}$ - t_{max} -dan 10-cu və ya 20-ci s-dək olan zaman müddətində parametrin dəyişmə sürəti;
- $\Delta\Pi$ - period ərzində parametrin maksimal amplitudunun dəyişməsinin ortalaşdırılmış kəmiyyəti ($\Delta\Pi = V_{10(20)} \cdot T$);
- P_{max+1} -parametrin başlanğıc maksimal amplituddan sonra gələn qonşu amplitudu
($P_{max+1} = P_{max} - \Delta\Pi$);
- d - loqarifmik sönmə əmsalı ($d = \ln \frac{\Pi_{max}}{\Pi_{max+1}}$);
- α - ω tezliyində kompleks məxsusi qiymətlərin həqiqi hissəsi;
($\alpha = \frac{d}{T}$ 1/s);

- n_1 - rəqsin amplitudunun $e=2,72$ dəfə azalmasını verən sikllərin sayı;
 ε_2 - amplitudun P_{\max} -dan $P_{\infty \text{ ort}}$ -dək azalma dərəcəsi ($\varepsilon_2 = P_{\max}/P_{\infty \text{ ort}}$);
 n_2 - rəqslı prosesin tam sönməsində olan periodların sayı ($n_2 = n_1 \cdot \varepsilon_2/2,72$);
 t_{∞} - rəqslı prosesin tam sakitləşmə müddəti ($t_{\infty} = n \cdot T$).

Hesablamaların nəticələrinin təhlili aşağıdakıları göstərir:

Həyəcanlanma: elektrik stansiyalarının bloklarının açılması:

330kV-luq «X-D» HX-də SƏ gücün rəqsinin daha böyük başlanğıc amplitudu AzİES-in 500 və 330 kV-luq şinlərinə işləyən bloklarının (300MVt), həmçinin modul tipli Sənqəçal stansiyasının bütün bloklarının (tam gücünün) (300MVt) açılması zamanı alınır.

Maksimuma çatma sürəti praktik olaraq eynidir. Xətt üzrə gücün rəqslı prosesinin sakitləşməsi, praktik olaraq 10s hədlərində sona çatır. Rəqs periodu $T=1,2c$, yəni $f=0,833$ Hs təşkil edir. Şimal İES- Çirkey SES SM-nin rotorlarının nisbi bucağının rəqslı prosesi daha az nəzərə çarpanır və xətdəki gücün rəqslərinin sönməsindən bir tərtib yavaş sönür.

Sistem dayanıqlıdır, lakin zəif dempferlənilir.

Həyəcanlanma: «Şərq» kəsiyi HX-nin açılması:

330kV-luq «X-D» HX SƏ üzrə güc rəqsinin maksimal amplitudu və sürəti blokların açılması şəklində verilən həyəcanlanmalardan daha yüksəkdir. Gücün qərarlaşmış qiyməti 20-ci s-də qeydə alınmışdır. P_{\max} -in daha yüksək qiymətləri 500kV-luq 2-ci Abşeron və 330kV-luq 6-cı Mingəçevir HX-nin açılmasına uyğun gəlir. Rəqslərin periodu $T=1,2s$ təşkil edir. Rəqslı proses zəif dempferlənilir.

Şimal İES-Çirkey SES SM-nin rotorlarının nisbi bucağının rəqslı prosesi daha az nəzərə çarpanır və xətt üzrə gücün rəqslərinin sönməsindən bir tərtib yavaş sönür.

Sistem dayanıqlıdır, lakin zəif dempferlənilir.

Həyəcanlanma: «Şərq» kəsiyi HX-nin təmir sxemində açılması:

İlkin rejim 330kV-luq «X-D» sistemlərarası əlaqə ilə güc verilişinin azalması, həmçinin Şimal İES və Çirkey SES SM-nin rotorlarının nisbi bucağının azalması ilə xarakterizə olunur.

Rəqslı proses daha nəzərə çarpanır: rəqslı prosesin yüksək sürətlə keşməsi zamanı güc rəqsinin amplitudu xeyli yüksəkdir.

20-ci s-də rəqslı proses müəyyən amplitudla davam edir və 23÷32s hədlərində (periodların sayı 17÷24) bu rəqslərin orta qiyməti səviyyəsində $T=1,2\div 1,3s$ periodla sakitləşir. Daha yüksək göstəricilər 330kV-luq 1-ci Abşeron HX-nin təmirə açılması şəraitində 500kV-luq 2-ci Abşeron HX-nin açılması zamanı alınır. 330kV-luq 6-cı Abşeron HX-nin təmirə açılması şəraitində 330kV-luq 1-ci Abşeron HX-nin açılması zamanı 6-cı s-də 330kV-luq «X-D» HX-də qısamüddətli asinxron gediş baş verir və 10-cu s-də yenidənsinxronlaşma baş verir və 23-cü s-də dayanır. Güc rəqsləri zəif dempferlənilir.

Şimal İES və Çirkey SES-in rotorlarının nisbi bucağının rəqsi daha az nəzərə çarpanır, həmçinin zəif dempferlənilir, periodların sayı və keçid prosesinin, bucağın orta qiyməti səviyyəsində tam sönmə müddəti çoxdur.

Sistem dayanıqlıdır, lakin zəif dempferlənilir.

Həyəcanlanma: «Şərq» kəsiyi xətlərinin kaskad açılması:

Kaskad həyəcanlanması «Şərq» kəsiyinin 2 xəttinin müəyyən intervalla açılması ilə modelləşdirilmişdir. 2-ci xəttin açılması nəzarət olunan parametrlin 1-ci xəttin açılması zamanı maksimum amplituda çatması anında həyata keçirilmişdir.

Güc rəqsinin yüksək amplitudu və sürəti 1-ci və 2-ci Abşeron HX-nin kaskad açılması zamanı alınır. 6-cı Mingəçevir və 2-ci Abşeron HX-nin kaskad şəkilli açılması zamanı bu qiymət bir qədər kiçikdir.

Orta qiymətə qədər sönmə zamanı 10-12s periodlar sayı ilə 13÷23s hədlərində yerləşir. Rəqs zəif dempferlənilir.

Analoji hal Şimal İES və Çirkey SES SM-nin rotorlarının nisbi bucaq rəqsinin göstəricilərinin qiymətləndirilməsi zamanı alınır. Sönmənin loqarifmik əmsalı d , sönmə əmsalı α kiçikdir. İlk bucağın orta qiymətində sönmə zamanı $17 \div 28s$ hədlərində yerləşir.

Yuxarıda baxılan həyəcanlanmalar zamanı enerji sistemi dayanıqlıdır və zəif dempferləndir. P-nin və δ -nin qərarlaşmış qiymətlərinin ilkin qiymətlərindən fərqlənməsi $5 \div 10\%$ hədlərində yerləşir.

330kV-luq «X-D» HX sistemlərarası əlaqə üzrə gərginlik bucağının rəqsi keyfiyyət göstəricilərinə görə 400MVt-BQQ Şimal İES-Çirkeys ES SM-nin nisbi bucaq rəqslərini təkrarlayırdı.

Həyəcanlanma: yerlə 2 fazalı q.q.:

Nümunə kimi AzİES-330kV və Şimal İES-110kV SM-nin şəbəkəyə qoşulmasının yüksək gərginlik tərəfində, həmçinin 110kV-luq 2 y/s-da -İmişli və Xırdalan y/s-da yerlə 2 fazalı q.q-ya baxılmışdır.

Q.q. açılmaları açılmanın təyin olunan zaman hədlərinə görə aparılmışdır.

Hesablama nəticələrinin və keçid proseslərinin əyrilərinin işlənməsinin təhlili aşağıdakıları göstərir.

Nəzarət olunan hər iki parametrlərin rəqslərin başlanğıc amplitudunun və sürətin daha yüksək qiyməti AzİES-330kV, Şimal İES-110kV SM-nin qoşulma düyünlərində və Xırdalan -110kV YS-da yerlə 2 fazalı q.q. zamanı alınır. Rəqs prosesi zəif dempferləndir. Rəqsin orta qiymətə yaxın amplitudu 20-ci s-də əhəmiyyətli dərəcədədir. Orta qiymətə yaxın sakitləşmə 20-40-cı s-də baş verir. AzİES 330kV və 110kV-luq Xırdalan YS-da q.q. zamanı 330kV-luq «X-D» HX sistemlərarası əlaqədə asinxron rəqslər baş verir və uyğun olaraq 1,7-16,7 və 0,9÷5,9s hədlərində yerləşir.

Cədvəl 1-də baxılan bütün növ həyəcanlanmalardan daha pis rəqs göstəriciləri ilə xarakterizə olunması prinsipi ilə seçilmiş olan həyəcanlanmalar üçün SƏ üzrə güc rəqsinin göstəriciləri verilmişdir. Analoji hal Şimal İES və Çirkey SES-in SM-nin rotorlarının qarşılıqlı bucağının dəyişməsi zamanı alınır.

Cədvəl 2-də yerlə 2 fazalı q.q. zamanı xətt üzrə gərginlik fazalarının yerdəyişmə bucağının göstəricilərinin qiymətləri verilir.

Bucağın daha yüksək sıçrayışı AzİES-in 330 kV-luq şinində q.q. zamanı alınır, proses daha tez sönür, lakin 20 s-də nəzərə çarpan amplitudla rəqsli proses hələ də davam edir.

AzİES-in 330 kV-luq, Şimal İES-in 110 kV-luq və Xırdalan y/st-nin 110 kV-luq şinlərində (SƏ-yə yaxın y/st) q.q. zamanı, həmçinin qısamüddətli asinxron gedişin olması da xarakterikdir.

Asinxron rejim zamanı aktiv gücün rəqsi xarakteri şəkil 2.a-da verilən əyriylə təsdiq olunur.

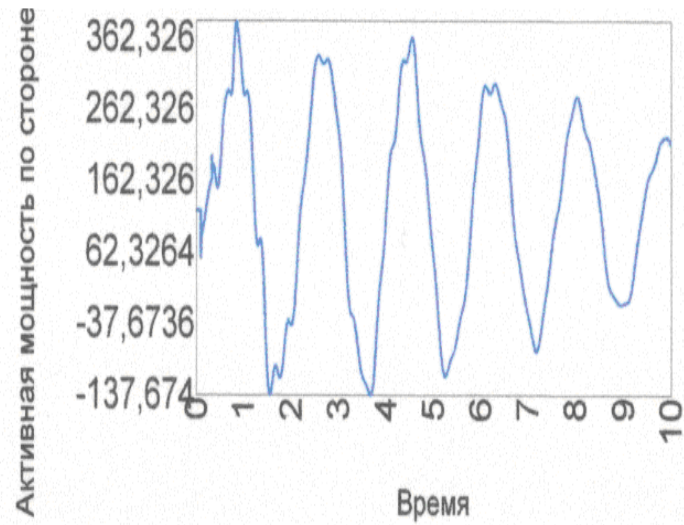
110 kV-luq daha uzaq İmişli YS-da həyəcanlanma verildikdə asinxron gediş yaranmır (şəkil 2,b).

Cədvəl 1.

№	Həyəcanlanmanın növü	R_0 MVt	R_m MVt	t_m s	ΔR_m %	V_m MVt/s	R_∞ MVt	t_∞ s	d	α 1/s	T s	ω 1/s	n	$T_{ort\infty}$ s	$R_{ort\infty}$ MVt
1.	AzİES -330 kV blokun açılması	117,7	128,3	4,6	9,0	11,78	109,0	10	0,0330	0,0275	1,2	5,23			
2.	500 kV-luq 2-ci Abşeron HX-nin açılması	117,7	170,9	4,2	45,2	12,98	112,7	20	0,0250	0,0208	1,2	5,23			
3.	500 kV-luq 2-ci Abşeron HX-nin təmirə çıxarılması 330 kV-luq 6-cı Mingəçevir HX-nin açılması	78,1	152,7	3,4	95,5	22,60	53,2÷94,6	20	0,0410	0,0315	1,3	4,83	18	24	73,95
4.	330 kV-luq 1-ci Abşeron və 500 kV-luq 2-ci Abşeron HX-nin (6,6 s-də) kaskad açılması	117,7	194,4	3,4	64,8	7,67	80,3÷137,4	20	0,0573	0,0440	1,3	4,83	12	16	108,85
5.	330 kV-luq AzİES düyünündə yerlə 2 fazalı q.q.	117,7	542,6	1,0	361,0	424,0	21,6÷203,7	20	0,0554	0,0426	1,3		32	41	112,70

Cədvəl 2.

Yerlə 2 fazalı q.q	σ_0	σ_m	t_m	d	T s	A	$\sim\sigma_\infty$	t_∞	Qeyd
AzİES- 330 kV	2,6	25,50	0,8	0,520	1,2	0,3490	0,68ç4,41	20	1,2ç16,7s intervalında asinxron gediş
Şimal İES- 110 kV	2,6	5,80	6,2	0,0370	1,2	0,0310	2,50ç2,75	20	0,9ç5,9s intervalında asinxron gediş
İmişli YS-110 kV	2,6	3,70	2,9	0,0276	0,2	0,0228	2,50ç2,75	20	
Xırdalan YS-110 kV	2,6	3,64	2,9	0,0504	32,0	0,0420	2,46ç2,77	20	0,9ç6s intervalında asinxron gediş

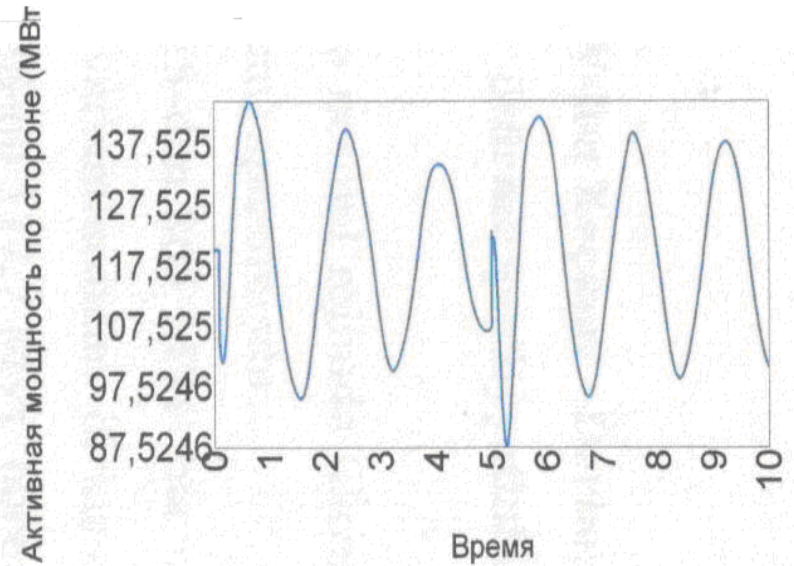


Rootnet : LDerbent C Активная мощность по стороне (МВт) NXach

Возмущение: 2-ф КЗ на п/ст Хурдалан 220 кВ

t пред=0,23 сек

a)



Rootnet : LDerbent C Активная мощность по стороне (МВт) NXach

Возмущение: 2-ф КЗ на п/ст Имишлы

t пред > 2 сек

b)

Şəkil 2. Yerlə 2 fazalı QQ zamanı aktiv gücün rəqsi xarakteri
 a- 220 kV-luq Xirdalan y/st-da 2 fazalı QQ;
 b- İmişli y/st-da 2 fazalı QQ.

Nəticə.

1. Daha ağır həyəcanlanmalar seçilməklə, bir sıra mümkün həyəcanlanmalar üçün hesablama-eksperimental metodla 330 kV-luq «Xaçmaz-Dərbənd» HX sistemlərarası əlaqə üzrə (AR EES – RF Ş-Q EES) gedən elektromexaniki keçid proseslərinin keyfiyyət göstəriciləri alınmışdır.
2. Alınan göstəricilər əlaqə üzrə gücün və sistemlərarası əlaqəyə yaxın olan elektrik stansiyalarının sinxron maşınlarının rotorları arasındakı qarşılıqlı bucağın rəqsinin zəif dempferlənməsini, həmçinin qısamüddətli asinxron rəqslərin yaranma mümkünlüyünü sübut etmiş olur.
3. Hesablamalar rəqsin maksimal başlanğıc amplitudu, onun yüksəlmə sürəti, aydın görünməyən zəif dempferlənen rəqslər şəraitində sönmənin dempfer əmsalı, tam sakitləşmə müddəti, prosesin sonuna qədər olan sikllərin sayı və s. kimi göstəricilərin qiymətləndirilməsinin təklif olunan sadələşdirilmiş metodikası ilə yerinə yetirilmişdir.
4. Hesablamaların nəticələri ƏQA-nın mövcud sazlanma qiymətlərinin effektivliyi məsələsinə baxılmasının vacibliyini və alınan nəticələrə əsasən onlara düzəlişlərin edilməsinin məqsəduyğunluğunu sübut edir.

-
1. И.В. Литкенс, В.И. Пуго Колебательные свойства электрических систем.- М.: Энергоатомиздат, 1988.-216 с.
 2. Н.Н. Иващенко Автоматическое регулирование. – М.: Машиностроение, 1973. -606 с.

РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ ПО МЕЖСИСТЕМНОЙ СВЯЗИ ВЛ-330 КВ «ХАЧМАС-ДЕРБЕНТ»

ГАРАДАГИ А.Э.

В статье приводятся результаты оценки качественных показателей колебательных процессов в МС ВЛ-330 кВ «Хачмас-Дербент». Анализ проведен с помощью предложенной упрощенной методике расчета показателей в условиях неявно выраженных слабодемпфированных колебаний. Результаты могут стать основой для коррекции настроек ПАА.

RATED-EXPERIMENTAL RESEARCH OSCILLATING PROCESSES ON INTERSYSTEMIC CONNECTION AIR LINE WIRES-330 KV «KHACHMAS-DERBENT»

GARADAGI A.E.

In paper, outcomes of an assessment of quality indicators of oscillating processes in IS ALW-330 kV « Khachmas-Derbent » are reduced. Analysis conducted by means of offered simplified to a design procedure of indexes in conditions implicitly expressed weakly damped oscillations. Outcomes can become the basis for corrective action of tunings EA (emergency automat).