

AVIASIYA ELEKTRONİKASI

UOT 621.373.13; 621.373.54

MƏNTİQ SXEMLƏRİ ƏSASINDA QURULMUŞ HƏSSAS ELEMENTLİ
İKİ AVTOGENERATORUN REZONANS TEZLİKLƏRİNİN TƏDQIQI

R.N. Nəbiyev, Q.İ. Qarayev, R.R. Rüstəmov

Milli Aviasiya Akademiyası

Məqalədə, strateji əhəmiyyətli obyektlərin perimetrlərinin mühafizə-xəbərdarlıq sistemlərində tətbiq edilən diferensial tutum duyğacıları üçün rəqəmsal məntiq elementlərində qurulan iki avtogeneratorun tezlik dəyişmələri, eləcə də onların bir-birinə nəzərən sinxron işləmələri ətraf mühitdən və həssas elementlərin uzunluqlarından asılı olaraq müxtəlif şəraitlərdə tədqiq olunmuşdur. Müxtəlif uzunluqlu həssas elementlər birləşdirilmiş avtogeneratorların rezonans tezliklərinin dəyişmə qiymətlərinin riyazi gözləməsi və dispersiyası hesablanmışdır.

Nəticədə, məlum olmuşdur ki, mühafizə-xəbərdarlıq sistemlərində istifadə edilən diferensial tutum duyğacılarında məntiq elementlərində qurulmuş avtogenerator sxemlərinin tətbiqi mümkündür.

Açar sözlər: *mülki aviasiya, aviasiya təhlükəsizliyi, mühafizə-xəbərdarlıq sistemi, diferensial tutum duyğacı, avtogenerator sxemi, rezonans tezliyi, həssas element, dispersiya.*

Müasir dövrdə beynəlxalq hava daşımalarına xidmət edən strateji əhəmiyyətli mülki aviasiya obyektlərinin dayanıqlı fəaliyyətinin və mühafizəsinin təmin edilməsi, terrorizmin yeni təzahürlərinə qarşı aviasiya təhlükəsizliyinin təkmilləşdirilməsi, eləcə də bu sahədə beynəlxalq aləmdə dövlətin nüfuzunun qorunması vacib məsələlərdən hesab edilir [1, 2].

Gözlənilən təhlükələrə qarşı vaxtında, dayanıqlı və etibarlı cavab verməsi strateji əhəmiyyətli obyektlərin mühafizə-xəbərdarlıq sistemlərinin inteqrasiya olunma səviyyəsindən asılıdır. Dayanıqlı və etibarlı fəaliyyəti mühafizə-xəbərdarlıq sistemində, ətraf mühitin təsirindən asılı olmayaraq, baş verməsi mümkün olan təhlükələr haqqında ilkin mərhələdə informasiya almağa imkan yaradır [3-5]. Pozucunu (obyekti) ilkin mərhələdə aşkar edən bu sistemlərə inteqrasiya olunan müxtəlif nəzarət konturlarından biri də tutum duyğacılarıdır [6].

Tutum duyğacıları vasitəsilə obyektin (məs., insanın) yaxınlaşmasını nisbətən uzaq məsafədən aşkar etmək mümkündür [7]. Obyektin aşkaredilməsi imkanlarını artırmaq üçün tutum duyğacılarının həssaslıq məsafəsi, ətraf mühitin dəyişməsinə adaptasiya olunması xüsusiyyəti, eləcə də istifadə edilən avtogeneratorların qurulma sxemləri [8, 9], həssas elementlərin (HE-lərin) ölçüləri və quraşdırılma konfigurasiyası kompleks şəkildə tədqiq edilməlidir [10, 11].

Məqalədə məqsəd, tezliklərinin dəyişmə diapazonunu və bir-birinə nəzərən sinxron işləmələrini müxtəlif şəraitlərdə tədqiq etməklə, rəqəmsal məntiq elementlərində qurulmuş iki avtogeneratorun diferensial tutum duyğacılarında tətbiqinin mümkünlüyünü müəyyənləşdirməkdən ibarətdir.

Qoyulan məqsədə çatmaq üçün avtogeneratorların tezlik dəyişmələrinin zamandan və HE-in uzunluğundan asılılığı, eləcə də həssaslıq məsafəsinin HE-lərin uzunluqlarından asılılığı tədqiq edilmişdir.

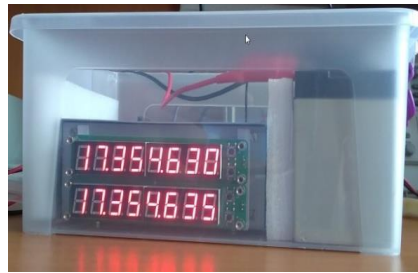
Tədqiqat üçün K155JA3 markalı iki rəqəmsal mikrosxemdən istifadə etməklə bir çap lövhəsi üzərində eyni sxem üzrə iki avtogenerator qurulmuşdur. Hər iki mikrosxemin daxilində yerləşən məntiq elementləri avtogeneratorların sxemlərində simmetrik çarpaz paylanmışdır [9]. Avtogeneratorların sxemləri yerləşdirilmiş metal korpus, real istismar şəraitinə uyğun olaraq bütün təcrübələrdə torpaqlanmışdır [7], təcrübələrin açıq ərazidə yerinə yetirilməsi zamanı yağıntılardan

qorunmaq üçün əlavə olaraq hermetik plastmas qabda yerləşdirilmişdir (şək. 1). Şəkildə tezliyin video-kamera ilə çəkilmiş qeyd olunan qiymətləri görünür.

Təcrübələr Milli Aviasiya Akademiyasının (MAA) və Azəraeronaviqasiya HHİ-nin VOR-DME (VOR - hər tərəfə istiqamətlənmiş azimutal radiomayak; DME - məsafəölçən avadanlıq) sistemi yerləşən obyektinin ərazisində yerinə yetirilmişdir. Təcrübələrdə avtogenetorların tezlikləri, model nömrəsi "SKU00653" olan səkkizrəqəmli iki tezlikölçən cihaz vasitəsilə ölçülmüşdür (şək. 2). Tezlikölçən cihazların dəqiqliyi "GWInstek GOS 620" markalı siqnal generatoru ilə yoxlanılmış və onların yüksək dəqiqliyə malik olduğu müəyyən edilmişdir (1 MHz tezliyi 0,1 Hz dəqiqliklə ölçür) [12]. Sürətli tezlik dəyişmələrini qeydə almaq üçün 250 kadr/san çəkilişə imkan verən GoPro video-kamerasından istifadə edilmişdir.



Şək. 1. Avtogenetorlar metal korpusda və hermetik qabda



Şək. 2. Səkkizrəqəmli tezlikölçən cihaz

Qapalı (metal seyfdə və laboratoriya şəraitində) və açıq yerdə (MAA-nın və VOR-DME sistemi yerləşən obyektin ərazisində) fərqli günlərdə yerinə yetirilmiş təcrübələr aşağıda təsvir edilmişdir. Avtogenetorların tezliyinin zamana görə dəyişmələrini müəyyənləşdirmək üçün tezliklərin dəyişmə diapazonu beş və bir saat müddətlərində tədqiq edilmişdir. Dördü laboratoriyada, biri MAA-nın ərazisində olmaqla, ilk beş təcrübənin hər biri beş saat davam etməklə yerinə yetirilmişdir (cədv. 1).



Cədvəl 1

Avtogenetorların tezlik dəyişmələrinin tədqiqi üçün yerinə yetirilmiş təcrübələr

| Təcrübə | Məkan | Antenanın uzunluğu, m | Bir saat inter. ilə beş saat ərzində | Beş dəq. inter. ilə bir saat ərzində | Yaxınlaşma | HE-lərin uz.-na görə tez. dəy. |
|---------|---------------------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------|--------------------------------|
| 1 | Seyf | - | + | + | - | - |
| 2 | Lab. | - | + | + | - | - |
| 3 | --- | 2 | + | + | + | - |
| 4 | --- | 5 | + | + | + | - |
| 5 | MAA-nın ərazisi | 10 | + | + | + | - |
| 6 | VOR-DME nav. sis. ərazisi | 2; 5; 6; 10; 20; 30; 40 | - | - | - | + |
| | | 50 | - | + | + | + |

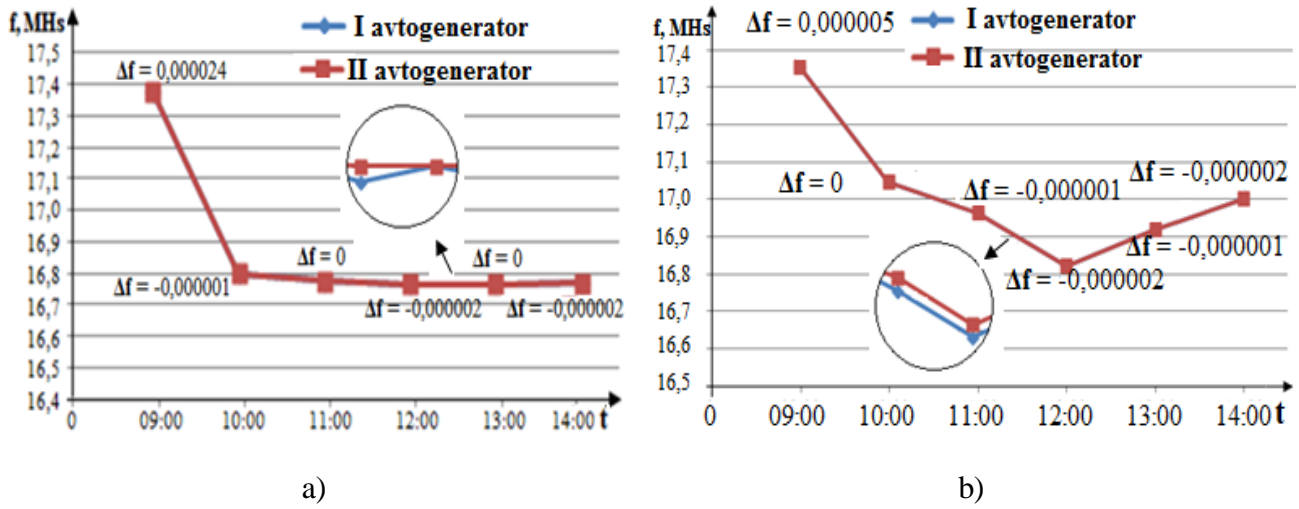
Beş saat davam edən təcrübələr. Bu təcrübələr, tezliklərin qiymətlərini beş saat ərzində bir saat interval ilə qeydə almaqla yerinə yetirilmişdir.

Məxsusi rezonans tezliklərinin dəyişmə diapazonunu müəyyən etmək üçün 1-ci və 2-ci təcrübədə avtogenetorlara HE-lər qoşulmur. Kənar təsirləri aradan qaldırmaq üçün 1-ci təcrübədə onlar metal seyfdə (ekranlanmış halda) yerləşdirilmişdir. Eyni şərtlərlə 2-ci təcrübə, metal seyfdən istifadə etmədən yerinə yetirilmişdir.

Avtogenetorların tezlik dəyişmələrinin 1-ci və 2-ci təcrübəyə uyğun qrafikləri şək. 3, a-da və şək. 3, b-də göstərilmişdir. Qiymətlərinin arasında kiçik fərq olsa da, bəzi şəkillərdə hər iki avtogenetorun ( - I avtogenetorun,  - II avtogenetorun) tezliklərinin qrafikləri üst-

üstə düşür. Şəkillərdə çevrələrin içərisində qrafiklərin bir hissəsinin tezlik oxu istiqamətində böyüdülmüş təsviri verilmişdir.

Qrafiklərdən görünür ki, rezonans tezlikləri aralarındakı fərq zaman keçdikcə azalaraq olduqca kiçik qiymətə, bəzi hallarda isə sifirə bərabər olmuşdur.



Şəkil 3. Avtogenetörlərin tezliklərinin dəyişmə qrafikləri: a) laboratoriya şəraitində metal seyfdə, b) laboratoriya şəraitində

İşəduşən anda I və II avtogenetörlərin uyğun olaraq rezonans tezliklərinin qiymətləri: 1-ci təcrübədə, $f_1 = 17,374754$ MHz, $f_2 = 17,374778$ MHz (şəkil 3, a), 2-cidə: $f_1 = 17,354630$ MHz, $f_2 = 17,354635$ MHz (şəkil 3, b) olmuşdur.

Rezonans tezliklərinə HE-lərin təsirlərini müəyyənləşdirmək üçün 3-cü və 4-cü təcrübələrdə də əvvəlcə avtogenetörlərə HE-lər qoşulmur. Bu halda tezliklərin qeydə alınan qiymətləri uyğun olaraq, 3-cü təcrübədə: $f_1 = 16,615353$ MHz və $f_2 = 16,615354$ MHz; 4-cü təcrübədə: $f_1 = 16,333898$ MHz və $f_2 = 16,333913$ MHz olmuşdur.

Sonra, HE qismində iki naqıl, ayrı-ayrılıqda avtogenetörlərə qoşulur. HE-lərlə yerinə yetirilən bütün təcrübələrdə naqillərin uzunluqları eyni olmuşdur. Naqillər bir-birinə və döşəməyə paralel olmaqla dielektrik materialdan olan dayaqlara bərkidilir. Onların öz aralarındakı məsafə 10 sm, döşəmədən hündürlükləri 1 m, uzunluqları uyğun olaraq, 3-cü təcrübədə 2 m, 4-cüdə 5 m seçilir.

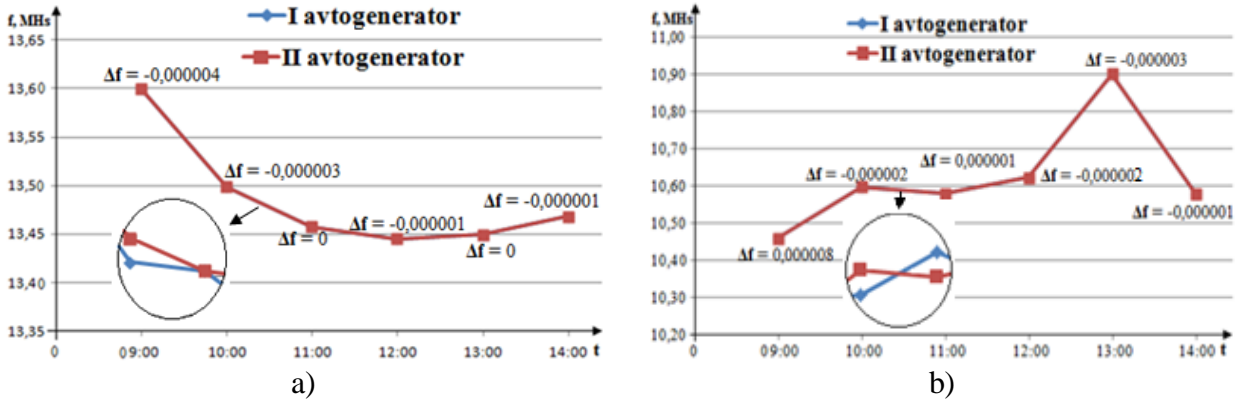
HE-lər qoşduqdan sonra, 3-cü təcrübədə: $f_1 = 13,599993$ MHz və $f_2 = 13,599989$ MHz; 4-cü təcrübədə: $f_1 = 10,459934$ MHz və $f_2 = 10,459942$ MHz olmuşdur. Tezliklərin belə dəyişməsi gözləniləndir - giriş tutumlarına HE-nin tutumunun əlavə olunması avtogenetörlərin tezliklərinin azalmasına səbəb olur [13].

Tezlik dəyişmələrinin 3-cü və 4-cü təcrübələrə uyğun qrafikləri şəkil 4, a-da və şəkil 4, b-də göstərilmişdir.

İlk dörd təcrübədə I və II avtogenetörlərin rezonans tezliklərinin dəyişməsinin maksimum qiyməti, uyğun olaraq:

- 1-ci təcrübədə, 0,605620 MHz və 0,605646 MHz;
- 2-ci təcrübədə, 0,351823 MHz və 0,351830 MHz;
- 3-cü təcrübədə, 0,131939 MHz və 0,131936 MHz;
- 4-cü təcrübədə, 0,119920 MHz və 0,119911 MHz

təşkil etmişdir.



Şəkil 4. 2 m (a) və 5 m (b) uzunluqlu HE-lər qoşulmuş avtoqeneratorların tezliklərinin dəyişmə qrafikləri

5-ci təcrübə MAA-nın ərazisində yerinə yetirilmişdir. Təcrübə, Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyinin Mətbuat xidmətinin 05 fevral 2019-cu il tarixli məlumatına əsasən, havanın temperaturu 8°C , atmosfer təzyiqi 775 mm civə sütunu, nisbi rütubət 70-80 % olan mühitdə [14] aparılmışdır. Avtoqeneratorlara HE-lər qismində, hər birinin uzunluğu 10 m olan və bir-birinə, eləcə də Yer səthinə paralel olmaqla dielektrik materialdan dayaqlara bərkidilən iki naqıl qoşulur. Naqillərin öz aralarındakı məsafə və Yerdən hündürlükləri 1 m təşkil edir (şəkil 5). HE-lərin hər biri avtoqeneratorlara 5 m uzunluqlu koaksial kabel vasitəsi ilə qoşulur. Koaksial kablərin ekran örtüyü, onlar avtoqeneratorlara birləşən tərəfdən yerlə birləşdirilir.

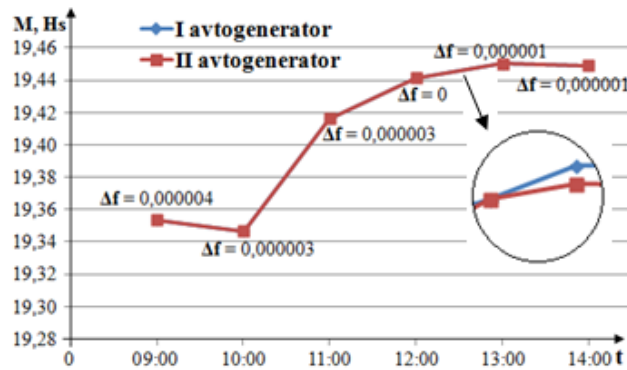


Şəkil 5. Ərazidə yerinə yeririlən təcrübənin fotosəkili

HE-lər qoşulmadığı halda avtoqeneratorların rezonans tezliklərinin qiymətləri uyğun olaraq, $f_1 = 17,709108$ MHzs və $f_2 = 17,709110$ MHzs, HE-lər qoşulduqdan sonra $f_1 = 19,353318$ MHzs və $f_2 = 19,353322$ MHzs olmuşdur. Göründüyü kimi, tezliklərin dəyişməsi gözlənilən əksinə olmuşdur. HE-lər qoşulanda tezliklərin belə dəyişməsi (artması) müxtəlif səbəblərə görə ola bilər.

Məsələn HE, açıq mühitdə antena qismində elektromaqnit dalğalarını qəbul edərək, ümumi giriş tutumunda elektrik yüklərinin toplanması hesabına avtoqeneratorun girişinin potensialını artırır. Bu da, avtoqeneratorun tezliyinin artmasına səbəb olan, ümumi giriş tutumunun effektiv qiymətinin azalmasına ekvivalentdir. Bir avtoqenerator sxemi üçün ümumi giriş tutumu avtoqeneratorun girişinin, koaksial kabelin və HE-nin tutumları ilə müəyyən olunur. Aşağıda qeyd edilmiş, naviqasiya ərazisində yerinə yetirilən təcrübələrdə HE-in uzunluğu 6 m olanda avtoqeneratorun tezliyinin HE-siz olan qiymətdən yüksək olması halının təkrarlanması, bu halın rezonans hadisəsi ilə bağlı olduğunu göstərir. Bu işə tədqiqat obyektinə aid olmadığı üçün, onun təhlili aparılmamışdır.

HE-lər qoşulduqdan sonra tezlik dəyişmələrinin qrafikləri şəkil 6-da göstərilmişdir. Qrafiklərdən göründüyü kimi, beş saat ərzində davam edən təcrübədə tezliklərin son qiymətləri, başlanğıc qiymətlərə nəzərən I avtoqeneratorada $0,095692$ MHzs, II avtoqeneratorada isə $0,095689$ MHzs artmışdır. Tezliklərin fərqi müxtəlif saatlarda olduqca kiçik qiymətə çatmış, maksimum fərq (saat 09:00-da) $0,000004$ MHzs-ə bərabər olmuşdur.



Şək. 6. 10 m uzunluqlu HE-lər qoşulmuş avtogenetrların beş saat ərzində tezliklərinin dəyişməsi

Bütün təcrübələrdə, avtogenetrların rezonans tezliklərinin qeydə alınan qiymətləri təsadüfi xarakterli olmuşdur. Qeydə alınan qiymətlərin müqayisəsi göstərir ki, təcrübələrin başlanğıcında (09:00) avtogenetrların rezonans tezlikləri arasında olan fərq: 1-ci təcrübədə, $\Delta f = 0,000024$ MHz; 2-cidə, $\Delta f = 0,000005$ MHz; 3-cüdə, $\Delta f = -0,000004$ MHz; 4-cüdə, $\Delta f = 0,000008$ MHz; 5-cidə, $\Delta f = 0,000004$ MHz digər saatlarda yaranan fərqlərdən çoxdur. Bu qiymətləri, təcrübələrin başlanğıcında duyğacın işə düşməsi zamanı əmələ gələn kobud xəta [15] hesab edərək nəzərə almamaq mümkündür. Başlanğıc qiymətləri nəzərə alınmadan, yerinə yetirilən beş təcrübə zamanı Δf təsadüfi kəmiyyətlərinin beş saat ərzində mümkün qiymətlərinin riyazi gözləməsinin, dispersiyasının və orta kvadratik meylinin hesablanmış qiymətləri cədvəldə verilmişdir (cədv. 2):

Cədvəl 2

Δf təsadüfi kəmiyyətlərinin riyazi gözləməsinin, dispersiyasının və orta kvadratik meylinin qiymətləri

| № | $M_N(\Delta f)$ | $D_N(\Delta f)$ | $\sigma_N(\Delta f)$ |
|---|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | -10^{-6} | $8 \cdot 10^{-13}$ | $89 \cdot 10^{-7}$ |
| 2 | $-1,2 \cdot 10^{-6}$ | $5,6 \cdot 10^{-13}$ | $7,48 \cdot 10^{-7}$ |
| 3 | -10^{-6} | $12 \cdot 10^{-13}$ | $10,95 \cdot 10^{-7}$ |
| 4 | $-1,4 \cdot 10^{-6}$ | $18,4 \cdot 10^{-13}$ | $13,56 \cdot 10^{-7}$ |
| 5 | $1,6 \cdot 10^{-6}$ | $14,4 \cdot 10^{-13}$ | $120 \cdot 10^{-7}$ |

Bir saat davam edən təcrübələr. Bu təcrübələrdə tezliklərin qiymətləri bir saat ərzində beş dəqiqə interval ilə qeydə alınmışdır. Bütün şərtlər beş saat ərzində yerinə yetirilən təcrübələrdə olduğu kimi qalmışdır. Əlavə olaraq bir təcrübə, meteoroloji radiolokator obyektinin ərazisində 50 m uzunluqlu naqillər vasitəsi ilə yerinə yetirilmişdir.

Avtogenetrların tezlik dəyişmələrinin **1-ci və 2-ci təcrübələrə** uyğun qrafikləri şəkildə göstərilmişdir (şək. 7, a və şək. 7, b).

Qrafiklərdən görüldüyü kimi, avtogenetrların rezonans tezlikləri bir saat ərzində təqribən bərabər şəkildə azalır (şək. 7). Tezliklərin qiymətləri arasında fərq əhəmiyyətli dərəcədə azdır ($\Delta f \leq 0,000003$ MHz). Bu fərq hətta, $\Delta f = 0,000001$ MHz-ə bərabər olmuşdur.

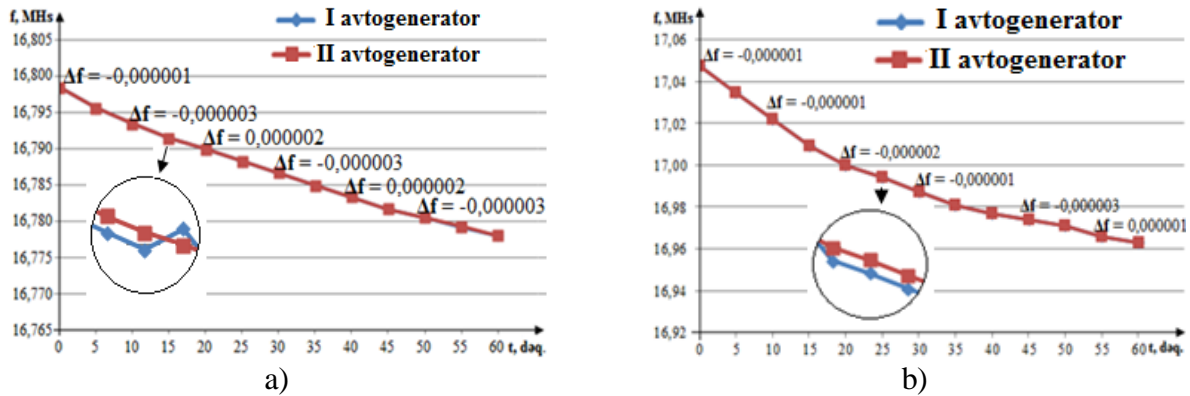
3-cü və 4-cü təcrübələrdən avtogenetrların tezlik dəyişmələrinin qrafikləri şəkildə göstərilmişdir (şək. 8, a və şək. 8, b).

Qrafiklərdən görüldüyü kimi avtogenetrların rezonans tezlikləri zamana görə dəyişir. Qiymətlərin müqayisəsindən görünür ki, avtogenetrların rezonans tezliklərinin qiymətləri arasında olan fərq əhəmiyyətli dərəcədə azdır, yəni 3-cü təcrübədə $\Delta f \leq 0,000002$ MHz, 4-cüdə $\Delta f \leq 0,000003$ MHz olmuşdur (şək. 8, a və şək. 8, b). Bu fərq hətta, bəzi hallarda sifira bərabər olmuşdur.

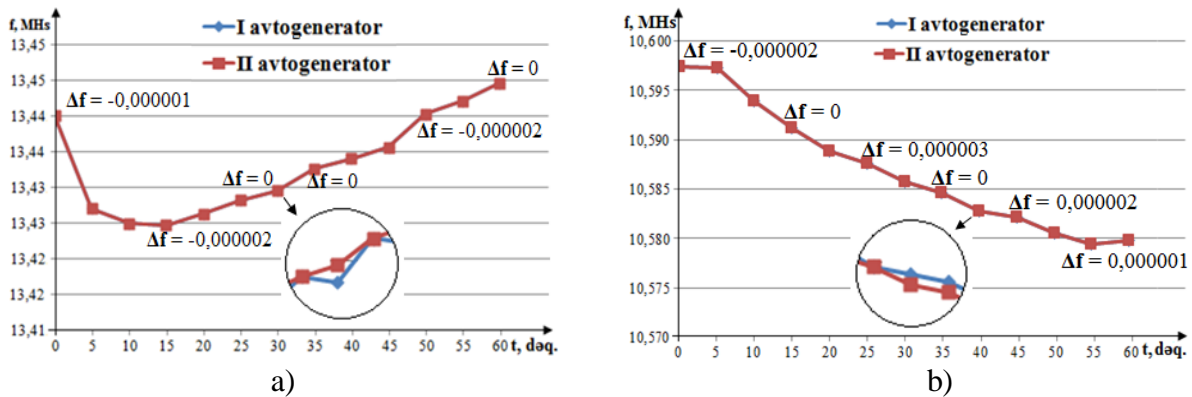
Bir saat ərzində tezliklərin qiymətlərinin zamana görə dreyfi:

3-cü təcrübədə, I avtogenetrlar üçün, $\Delta f_{ZI} = \pm 0,009965$ MHz ($13,429734$ MHz \div $13,449664$ MHz); II avtogenetrlar üçün, $\Delta f_{ZII} = \pm 0,009966$ MHz ($13,429732$ MHz \div $13,449664$ MHz);

4-cü təcrübədə, I avtoqenerator üçün, $\Delta f_{zI} = \pm 0,0090275$ MHzs ($10,579381$ MHzs÷ $10,597436$ MHzs); II avtoqenerator üçün, $\Delta f_{zII} = \pm 0,009026$ MHzs ($10,579382$ MHzs÷ $10,597434$ MHzs) olmuşdur. Δf_z -in dəyişmə diapazonu ölçü sisteminin diskretlik dərəcəsinə müəyyən edir.



Şəkil 7. HE-siz avtoqeneratorların rezonans tezliklərinin bir saat ərzində dəyişmə qrafikləri: a) seyfədə, b) otaqda



Şəkil 8. 2 m (a) və 5 m (b) uzunluqlu HE-lər qoşulmuş avtoqeneratorların 1 saat ərzində rezonans tezliklərinin dəyişmə qrafikləri

5-ci və 6-cı təcrübələrdən avtoqeneratorların tezlik dəyişmələrinin qrafikləri uyğun olaraq, şəkil 9, a-da və şəkil 9, b-də göstərilmişdir.

Qiymətlərin müqayisəsindən görünür ki, tezliklər arasında fərq əhəmiyyətli dərəcədə azdır, yəni 5-ci təcrübədə $\Delta f \leq 0,000003$ MHzs (şəkil 9, a), 6-cı təcrübədə $\Delta f \leq 0,000004$ MHzs (şəkil 9, b), yarım saat sonra bu fərq hər iki təcrübədə sıfıra bərabər olmuşdur. Qrafiklərdən görüldüyü kimi, avtoqeneratorların rezonans tezlikləri eyni formada dəyişir.

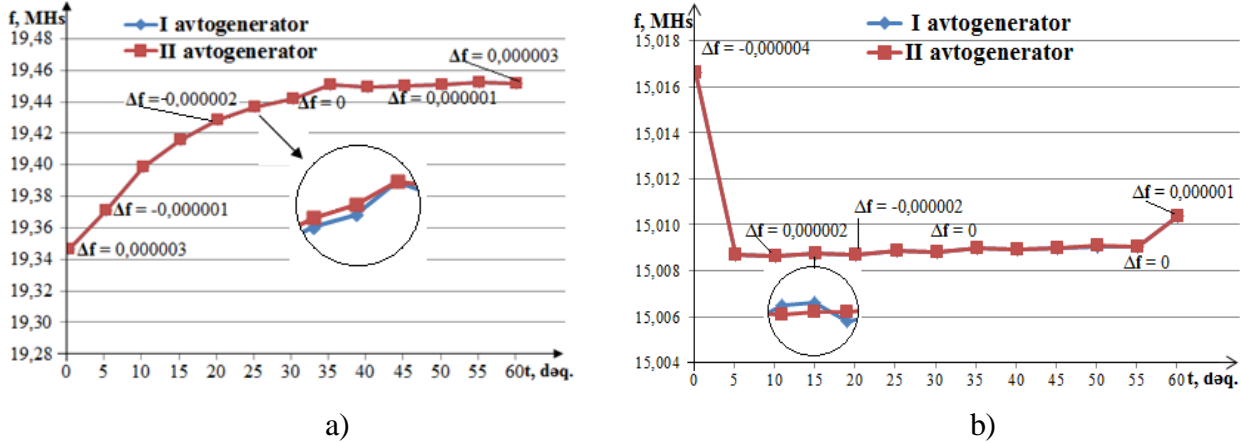
Şəkil 9, a-ya diqqət yetirsək görürük ki, avtoqenerator işə düşən andan rezonans tezliklər hər iki avtoqeneratorda otuz beş dəqiqə ərzində artmış, otuz beşinci dəqiqədən saatın sonuna kimi çox kiçik fərqlə həm azalma, həm də artma istiqamətində dəyişmişdir. Bir saat ərzində rezonans tezliklər hər iki avtoqeneratorda $0,105322$ MHzs artmışdır.

Şəkil 9, b-də avtoqenerator işə düşən andan beş dəqiqə ərzində rezonans tezliklər hər iki avtoqeneratorda azalmış, əlli beşinci dəqiqəyə kimi çox kiçik fərqlə həm azalma, həm də artma istiqamətində dəyişmiş, saatın sonunda isə artmışdır. Bir saat ərzində davam edən təcrübədə tezliklərin son qiymətləri, başlanğıc qiymətlərə nəzərən I və II avtoqeneratorlarda uyğun olaraq, $0,006271$ MHzs, II avtoqeneratorda isə $0,006266$ MHzs azalmışdır.

Bir saat ərzində avtoqeneratorların rezonans tezlik dəyişmələrinin maksimum qiyməti, I avtoqenerator üçün $\Delta f_{zI} = \pm 0,052964$ MHzs ($19,346528$ MHzs ÷ $19,452456$ MHzs), II avtoqenerator üçün $\Delta f_{zII} = \pm 0,0529635$ MHzs ($19,346531$ MHzs ÷ $19,452458$ MHzs) olmuşdur (şəkil 9, a).

Bir saat ərzində avtoqeneratorların rezonans tezlik dəyişmələrinin maksimum qiyməti, I avtoqenerator üçün $\Delta f_{zI} = \pm 0,004001$ MHzs ($15,008618$ ÷ $15,016619$ MHzs), II avtoqenerator üçün $\Delta f_{zII} = \pm 0,003998$ MHzs ($15,008620$ ÷ $15,016615$ MHzs) olmuşdur (şəkil 9, b).

Tezlik dəyişmələrinin HE-lərin uzunluqlarından asılılığı (cədv. 1, təcrübə 6). Tezlik dəyişmələrinin HE-in uzunluğundan asılılığı üç gün ərzində cədv. 3-də göstərilən mühitdə tədqiq edilmişdir.



Şəkl. 9. 10 m (a) və 50 m (b) uzunluqlu HE-lər qoşulmuş avtogenatorların 1 saat ərzində rezonans tezliklərinin dəyişmə qrafikləri

Tədqiqat zamanı 2 m, 5 m, 6 m, 10 m, 20 m, 30 m, 40 m və 50 m uzunluqlu HE-lərdən, duyğacın korpusunu torpaqlamaq üçün 4,5 m uzunluqlu mis məftildən istifadə olunmuşdur. HE-lər, avtogenatorların hər birinə ayrı-ayrılıqda birbaşa birləşdirilmişdir. Təcrübələr naviqasiya obyektinin ərazisində yerinə yetirilmişdir (şəkl. 10).



Şəkl. 10. VOR-DME radiolokator obyektinin ərazisində qoyulmuş təcrübə: a) arxadan, b) yandan görünüş

Cədvəl 3

Təcrübələrin yerinə yetirildiyi üç gündə hava şəraiti

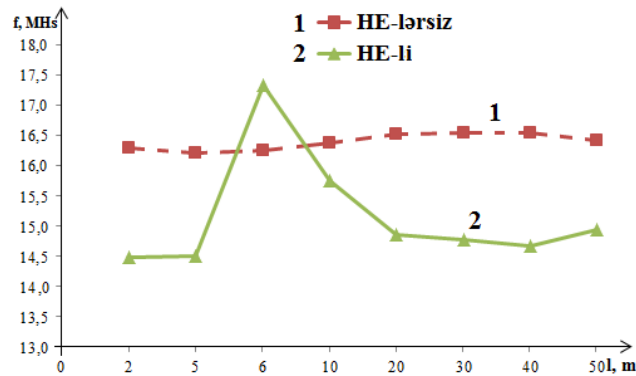
| Günlər | Havanın temperaturu, (°C) | Atmosfer təzyiqi, (mm c.st.) | Rütubətlik, (%) | Mənbə |
|--------|---------------------------|------------------------------|-----------------|-------|
| I | 22-24 | 750-758 | 50-60 | [16] |
| II | 21-23 | 761 | 45-50 | [17] |
| III | 26-28 | 757 | 45-50 | [18] |

İşə salındıqda hər iki avtogenatorun tezlikləri, həssas elementlərsiz və torpaqlanmasız 17,12 MHz, 60 san keçəndən sonra 17,01 MHz, torpaqlanma olduqda 16,82 MHz olmuşdur.

HE-lərin uzunluqlarından asılı olaraq üç fərqli gündə qeydə alınmış tezlik dəyişmələrinin orta qiymətlərinin qrafik təsvirləri şəkl. 11-də verilmişdir. 0,01 MHz dəqiqliklə təkrarlandığı üçün hər iki avtogenatorun tezlikləri şəkildə bir əyri ilə göstərilmişdir.

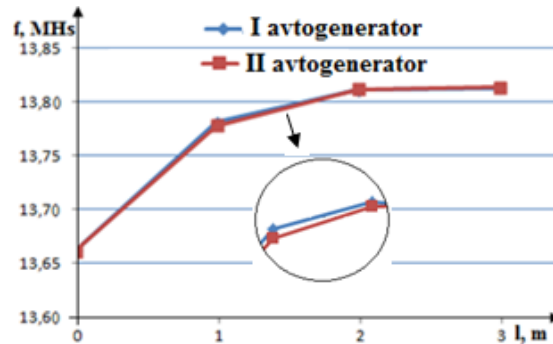
Şəkildən görüldüyü kimi, HE-lərsiz hər iki avtogenatorun tezlikləri 16,5 MHz ətrafında ±0,5 MHz-dən kiçik qiymətlərlə dəyişir (şəkl. 11, 1-ci əyri).

6 və 10 m istisna olmaqla, HE-lərin qalan bütün uzunluqlarında hər iki avtogenetörün tezlikləri 14,5 MHz ətrafında dəyişir. Burada, HE-in uzunluğu 6 m olan hal xüsusi təşkil edir.



Şək. 11. HE-lərin uzunluqlarından asılı olaraq avtogenetörün tezliklərinin üç fərqli gündə dəyişməsinin orta qiymətlərinə uyğun qrafik təsvirlər

Bu halda, üç fərqli gündə yerinə yetirilən bütün təcrübələrdə hər iki avtogenetörün tezliklərinin HE-siz hala nisbətən yüksək olması təkrarlanmış və uyğun olaraq, $f_{1or} = 17,345066$ MHz və $f_{2or} = 17,345066$ MHz olmuşdur (şək. 11, 2-ci əyri).



Şək. 12. 2 m uzunluqlu HE-lərə insanın yaxınlaşması zamanı avtogenetörün tezliklərinin dəyişməsi

Yaxınlaşma ilə yerinə yetirilən təcrübələr. Tutum duyğacının həssaslıq məsafəsinin HE-lərin uzunluqlarından asılılığı tədqiq edilmişdir. Bunun üçün 2 m, 5 m, 10 m və 50 m uzunluqlu HE-lərə m çəkili (93 kq - ölçmələri aparən tədqiqatçının çəkisidir) insan yaxınlaşanda avtogenetörün tezlik dəyişmələri qeyd edilmişdir.

Cəd. 1, təcrübə 3, yaxınlaşma. Təcrübələr laboratoriya şəraitində yerinə yetirilir. Avtogenetörlərə HE-lər qismində hər birinin uzunluğu 2 m olan, eləcə də bir-birinə və döşəməyə paralel iki naqıl birləşdirilir. Naqillər dielektrik dirəklərə bərkidilir, onların bir-birindən olan məsafəsi 10 sm, döşəmədən hündürlüyü 1 m təşkil edir.

Tədqiqat zamanı yaxınlaşma, 3 m məsafədən başlayaraq HE-nin orta nöqtəsinə perpendikulyar istiqamətdə yerinə yetirilmiş və hər metr ($L = 3; 2; 1; 0$ m) yaxınlaşmada tezliyin qiyməti qeydə alınmışdır (cəd. 4). $L = 0$ insanın HE-yə toxunduğu qiymətdir.

Tezlik dəyişmələrinin qrafikləri şək. 12-də göstərilmişdir. Qrafiklərdən görünür ki, insanın HE-lərə yaxınlaşması zamanı avtogenetörün rezonans tezlikləri hər dəfə azalma istiqamətində dəyişir.

İnsanın HE-dən sıfır (toxunduğu hal) və 3 m məsafədə olduğu anlarda rezonans tezliklərinin fərqi (Δf_{ob}), I avtogenetör üçün $\Delta f_{ob} = 0,151298$ MHz, II avtogenetör üçün $\Delta f_{ob} = 0,152476$ MHz təşkil edir.

Cədvəl 4

2 m uzunluqlu HE-yə yaxınlaşma zamanı avtogeneratorların tezliklərinin qiymətləri

| I (m) | I avtogenerator, f_1 (MHs) | II avtogenerator, f_2 (MHs) |
|-------|------------------------------|-------------------------------|
| 0 | 13,661799 | 13,661016 |
| 1 | 13,781477 | 13,778263 |
| 2 | 13,811120 | 13,811674 |
| 3 | 13,813097 | 13,813492 |

Cəd. 1, təcrübə 4, yaxınlaşma. HE-nin uzunluğu 5 m seçilmişdir. Tədqiqat zamanı 3 m məsafədən başlayaraq, perpendikulyar istiqamətdə HE-yə üç fərqli nöqtədən (I halda, avtogeneratorlara qoşulduğu hissədən; II halda, orta hissədən; III halda, uc hissədən) yaxınlaşma yerinə yetirilmiş və tezliklərin qiymətləri bütün hallarda hər metr yaxınlaşmada qeydə alınmışdır (cəd. 5).

Cədvəl 5

5 m uzunluqlu HE-yə yaxınlaşma zamanı avtogeneratorların tezliklərinin qiymətləri

| I (m) | I avtogenerator, f_1 (MHs) | | | II avtogenerator, f_2 (MHs) | | |
|-------|------------------------------|-----------|-----------|-------------------------------|-----------|-----------|
| | I hal | II hal | III hal | I hal | II hal | III hal |
| 0 | 11,238468 | 11,207155 | 11,209304 | 11,238467 | 11,207335 | 11,209322 |
| 1 | 11,240973 | 11,238147 | 11,238210 | 11,240965 | 11,238169 | 11,238253 |
| 2 | 11,241044 | 11,241434 | 11,242047 | 11,241045 | 11,241435 | 11,242048 |
| 3 | 11,241095 | 11,241639 | 11,242341 | 11,241093 | 11,241640 | 11,242341 |

Obyektin yaxınlaşması zamanı HE-ə toxunma anına nəzərən tezliyin dəyişməsi:

I avtogenerator

I halda $\Delta f_{ob} = 0,002627$ MHs

II halda $\Delta f_{ob} = 0,034484$ MHs

III halda $\Delta f_{ob} = 0,033037$ MHs

təşkil edir.

II avtogenerator

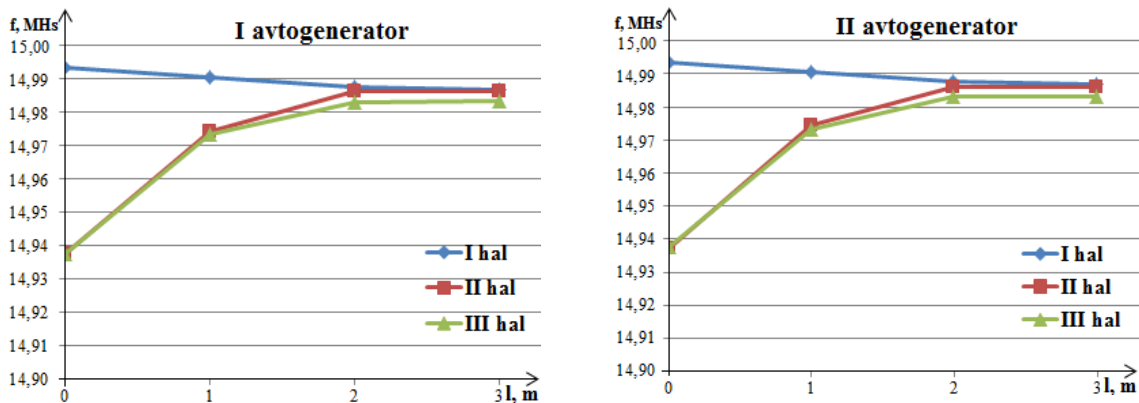
I halda $\Delta f_{ob} = 0,002626$ MHs

II halda $\Delta f_{ob} = 0,034305$ MHs

III halda $\Delta f_{ob} = 0,033019$ MHs

Tezlik dəyişmələrinin qrafikləri şəkl. 13-də göstərilmişdir. Göründüyü kimi, HE-lərə yaxınlaşma zamanı avtogeneratorların rezonans tezlikləri eyni tərzdə, I halda artma, II və III hallarda isə azalma istiqamətində dəyişir.

Həssas elementinin uzunluğu 50 m olan avtogeneratorların rezonans tezliyinin qiymətinin zamana görə dreyfini ($\Delta f_{zI} = \pm 0,004001$ MHs və $\Delta f_{zII} = \pm 0,003998$ MHs) nəzərə alsaq, n_0 ölçülən parametrlərin diskretliyinin qiyməti I avtogenerator üçün I halda $n_0 \approx 2$, II halda $n_0 \approx 12$, III halda $n_0 \approx 11$, II avtogenerator üçün I halda $n_0 \approx 2$, II halda $n_0 \approx 12$, III halda $n_0 \approx 11$ olur ki, bu da yaxınlaşan obyektin çəkisini 3 m-dən çox məsafədən müəyyənləşdirməyə imkan verir.



Şəkl. 13. Rezonans tezliklərinin avtogeneratorlara qoşulmuş 50 m uzunluqlu HE-lərə insanın yaxınlaşma məsafəsindən asılılığı

NƏTİCƏ

Çəkisi 93 kq olan insan 3 m məsafədən perpendikulyar şəkildə həssas elementlərə yaxınlaşarkən bütün hallarda avtogeneratorların tezliklərinin dəyişməsi baş vermişdir. Bu dəyişmələr, həssas elementlərin uzunluğu:

- 2 m oduqda - I avtogenerator üçün $\Delta f_{ob} = 0,151298$ MHz; II avtogenerator üçün $\Delta f_{ob} = 0,152476$ MHz;

- 5 m olduqda - I avtogeneratorunda I halda $\Delta f_{ob} = 0,002627$ MHz, II halda $\Delta f_{ob} = 0,034484$ MHz, III halda $\Delta f_{ob} = 0,033037$ MHz; II avtogeneratorunda I halda $\Delta f_{ob} = 0,002626$ MHz, II halda $\Delta f_{ob} = 0,034305$ MHz, III halda $\Delta f_{ob} = 0,033019$ MHz;

- 10 m HE-lərə 5 m uzunluqlu koaksial kabellər birləşdirildikdə - I avtogeneratorunda I halda $\Delta f_{ob} = 0,041996$ MHz, II halda $\Delta f_{ob} = 0,003452$ MHz, III halda $\Delta f_{ob} = 0,02788$ MHz; II avtogeneratorunda I halda $\Delta f_{ob} = 0,042017$ MHz, II halda $\Delta f_{ob} = 0,003455$ MHz, III halda $\Delta f_{ob} = 0,027876$ MHz təşkil edir.

Həssas elementinin uzunluğu 2 m olan avtogeneratorların rezonans tezliyinin qiymətinin laboratoriya şəraitində zamana görə dreyfini ($\Delta f_{zI} = \pm 0,009965$ MHz və $\Delta f_{zII} = \pm 0,009966$ MHz) nəzərə alsaq, n_0 ölçülən parametrlərin diskretliyinin qiyməti hər iki avtogeneratorunda $n_0 = 15$ olur ki, bu da yaxınlaşan obyektin çəkisini müəyyənləşdirməyə imkan verir.

Həssas elementlərin uzunluğu 50 m olanda avtogeneratorların rezonans tezlik qiymətlərinin zamana görə dreyfini ($\Delta f_{zI} = \pm 0,004001$ MHz və $\Delta f_{zII} = \pm 0,003998$ MHz) nəzərə alsaq, n_0 ölçülən parametrlərin diskretliyinin qiyməti hər iki avtogenerator üçün I halda $n_0 \approx 2$, II halda $n_0 \approx 12$, III halda $n_0 \approx 11$ olur ki, bu da yaxınlaşan obyektin çəkisini 3 m-dən çox məsafədən müəyyənləşdirməyə imkan verir.

Yerinə yetirilən təcrübələrdə Δf təsadüfi kəmiyyətlərinin dispersiyalarının ($D_1(\Delta f) = 8 \cdot 10^{-13}$; $D_2(\Delta f) = 5,6 \cdot 10^{-13}$; $D_3(\Delta f) = 12 \cdot 10^{-13}$ $D_4(\Delta f) = 18,4 \cdot 10^{-13}$ və $D_5(\Delta f) = 14,4 \cdot 10^{-13}$) müqayisəsindən görünür ki, 2-ci təcrübədə hesablanmış dispersiyanın qiyməti digərlərindən çox kiçikdir, 4-cü təcrübədə hesablanmış dispersiya ilə 2-ci arasındakı nisbət ($D_4(\Delta f) / D_2(\Delta f) \approx 3,3 \cdot 10^{-13}$) təxminən 3-ə bərabərdir. Bu da onu göstərir ki, avtogeneratorların 2-ci təcrübədə göstərilən təcrübə üzrə tədqiqi zamanı tezliklərin bir-birinə daha çox sinxron şəkildə dəyişilməsi baş verir.

Həssas elementlərin uzunluqlarından asılı olaraq rezonans tezliklərin dəyişmələrinə diq-qət yetirdikdə görürük ki, avtogeneratorların tezliklərinin ən kiçik qiymətləri həssas elementlərin uzunluqları 2 m olduqda ($f_{1or} = 14,479189$ MHz və $f_{1o2} = 14,479186$ MHz) qeydə alınmışdır. Qeyd etmək lazımdır ki, hər iki avtogeneratorunda rezonans tezliklərin qiymətləri həssas elementlər olmayan qiymətlərdən kiçik, lakin həssas elementlərin uzunluqları 6 m olduqda böyük ($f_{1or} = 17,345066$ MHz və $f_{1o2} = 17,345066$ MHz) olmuşdur.

Təcrübələrin nəticələri göstərir ki, bütün hallarda hər iki avtogeneratorun rezonans tezlikləri zamandan asılı olaraq hər iki istiqamətdə (artma və ya azalma) kiçik fərqlə təqribən bərabər şəkildə dəyişir. Rezonans tezliklərin fərqi zaman keçdikcə azalaraq olduqca kiçik qiymətə, hətta sıfıra bərabər olur. Bütün təcrübələrdə, avtogeneratorların rezonans tezliklərinin qeydə alınan qiymətləri təsadüfi xarakter daşıyır. Uzunluqları 6 m-ə qədər olanda HE-lər avtogeneratorlara toplanmış parametrlə, 6 m-dən böyük uzunluqlarda isə paylanmış parametrlə (uzun xətt) tutumlar kimi qoşulur.

Beləliklə, göstərilən xüsusiyyətləri və yaxınlaşmaların təcrübələrdən alınan nəticələrinə əsaslanaraq qeyd etmək olar ki, obyektlərin perimetrlərinin mühafizə-xəbərdarlıq sistemlərində istifadə edilən diferensial tutum duyğacılarında məntiq elementlərində qurulmuş avtogenerator sxemlərinin tətbiqi mümkündür. Bu zaman, həssas elementlərin uzunluqlarından asılı olmayaraq diferensial tutum duyğacılarının ətraf mühitin dəyişməsinə adaptasiya olunması avtomatik yerinə yetirilir.

ƏDƏBİYYAT

1. Энциклопедия безопасности авиации // Н.С. Кулик, В.П. Харченко, М.Г. Луцкий и др.; Под ред. Н.С. Кулика. - К. Техника, 2008. - 1000 с.; ил. - Библиогр.; с. 977-999.

2. Приложение 17 к Конвенции о международной гражданской авиации // Безопасность. Защита международной гражданской авиации от актов незаконного вмешательства. 2017, № 10.
3. Пашаев А.М., Набиев Р.Н., Нагиев Н.Т., Велиева Г.Д., Рустамов Р.Р. Особенности проектирования автоматизированного дистанционного охранного комплекса // Вопросы безопасности. 2018, № 1. С.32-51.
4. Paşayev A.M., Nəbiyev R.N., Ramazanov K.Ş., Rüstəmov R.R. Avtomatlaşdırılmış mühafizə-xəbərdarlıq sisteminin etibarlılığının qiymətləndirilməsi // Milli Aviasiya Akademiyasının Elmi Əsərləri. 2018, -№2. səh. 11-27.
5. Торокин, А.А. Инженерно-техническая защита информации: учеб. пособие / А.А. Торокин. - М.: Гелиос АРВ, 2005, 960 с.
6. Набиев Р.Н., Велиева Г.Дж., Рустамов Р.Р. Интегрированная дистанционная система охраны и особенности её создания // Milli Aviasiya Akademiyasının Elmi Məcmuələri. 2017, №1(19). С. 27-31.
7. Nəbiyev R.N., Qarayev Q.İ., Ramazanov K.Ş., Rüstəmov R.R. LC-generatorunun tezliyinin onun həssas elementinə yaxınlaşma məsafəsindən asılılığı // Milli Aviasiya Akademiyasının Elmi Əsərləri. 2018, №1. səh. 28-41.
8. Набиев Р.Н., Гараев Г.И., Рустамов Р.Р. Сравнительный анализ электрических схем ёмкостных датчиков // Известия ЮФУ. Технические науки. 2017, № 3 (188). С. 51-64.
9. Nəbiyev R.N., Qarayev Q.İ., Rüstəmov R.R. Tutum duyğaları üçün avtogenenerator sxemlərinin tədqiqi // Milli Aviasiya Akademiyasının Elmi Əsərləri. 2019, 21 №2. səh. 26-33.
10. Исследование уединенной емкости и индуктивности прямого провода толщиной d=1 мм и длиной 1.40 м. <http://electricaleather.com/d/358095/d/issledovanie-uedinennoy-emkosti-i-induktivnosti.pdf>.
11. Галков А., Хомутов О., Якунин А. Ёмкостная адаптивная охранная система, патент РФ № 2297671 (С2), с приоритетом от 23. 06. 2005 г. - Бюллетень «Изобретения. Полезные модели». 2007, № 11.
12. Осциллограф GW Instek GOS-620. <https://www.geo-ndt.ru/pribor-11745-oscillograf-gw-instek-gos-620.htm>
13. Ершов М. Ёмкостной датчик // Радио. 2004, №3. стр. 40-42.
14. <http://hafta.az/index2.php?m=yazi&id=230810>.
15. Məlikov T.Q. Kəbud xətlər // Müşahidə nəticələrinin riyazi araşdırılması. 2006, səh. 35-36.
16. <https://report.az/ekologiya/sabaha-yagis-yagacaq-simsek-caxacaq>.
17. <https://news.milli.az/society/752377.html>.
18. <http://eco.gov.az/az/xeberler/9-mayda-gozlenilen-hava-seraiti-9396>.

REFERENCES

1. Entsiklopediya bezopasnosti aviatsii // N.S. Kulik, V.P. Kharchenko, M.G. Lutskiy i dr.; Pod red. N.S. Kulika. - K. Tekhnika, 2008. - 1000 s.; il. - Bibliogr.; s. 977-999.
2. Prilozheniye 17 k Konventsii o mezhdunarodnoy grazhdanskoy aviatsii // Bezopasnost'. Zashchita mezhdunarodnoy grazhdanskoy aviatsii ot aktov nezakonnoy vmeshatel'stva. 2017, № 10.
3. Pashayev A.M., Nabyeyev R.N., Nagiyev N.T., Veliyeva G.D., Rustamov R.R. Osobennosti proyektirovaniya avtomatizirovannogo distantsionnogo okhrannogo kompleksa // Voprosy bezopasnosti. 2018, № 1. S.32-51.
4. Paşayev A.M., Nəbiyev R.N., Ramazanov K.Ş., Rüstəmov R.R. Avtomatlaşdırılmış mühafizə-xəbərdarlıq sisteminin etibarlılığının qiymətləndirilməsi // Milli Aviasiya Akademiyasının Elmi Əsərləri. 2018, -№2. səh. 11-27.
5. Torokin, A. A. Inzhenerno-tekhnicheskaya zashchita informatsii: ucheb. posobiye / A.A. Torokin. - M.: Gelios ARV, 2005, 960 s.

6. Nabiyev R.N., Veliyeva G.Dzh., Rustamov R.R. Integrirovannaya distantsionnaya sistema okhrany i osobennosti yeyo sozdaniya // Milli Aviasiya Akademiyasının Elmi Məcmuələri. 2017, №1(19). S. 27-31.
7. Nəbiyev R.N., Qarayev Q.İ., Ramazanov K.Ş., Rüstəmov R.R. LC-generatorunun tezliyinin onun həssas elementinə yaxınlaşma məsafəsindən asılılığı // Milli Aviasiya Akademiyasının Elmi Əsərləri. 2018, №1. səh. 28-41.
8. Nabiyev R.N., Garayev G.I., Rustamov R.R. Sravnitel'nyy analiz elektricheskikh skhem yomkostnykh datchikov // Izvestiya YUFU. Tekhnicheskkiye nauki. 2017, № 3 (188). S. 51-64.
9. Nəbiyev R.N., Qarayev Q.İ., Rüstəmov R.R. Tutum duyğacıları üçün avtogenerator sxemlərinin tədqiqi // Milli Aviasiya Akademiyasının Elmi Əsərləri. 2019, 21 №2. səh. 26-33.
10. Issledovaniye uedinennoy yemkosti i induktivnosti pryamogo provoda tolshchinoy d=1 mm i dlinoy 1.40 m. <http://electricaleather.com/d/358095/d/issledovanie-uedinennoy-emkosti-i-induktivnosti.pdf>.
11. Galkov A., Khomutov O., Yakunin A. Yemkostnaya adaptivnaya okhrannaya sistema, patent RF № 2297671 (S2), s prioritetom ot 23. 06. 2005 g. - Byulleten' «Izobreteniya. Poleznyye modeli». 2007, № 11.
12. Ostsilloqraf GW Instek GOS-620. <https://www.geo-ndt.ru/pribor-11745-oscilloqraf-gw-instek-gos-620.htm>
13. Yershov M. Yemkostnoy datchik // Radio. 2004, №3. str. 40-42.
14. <http://hafta.az/index2.php?m=yazi&id=230810>.
15. Məlikov T.Q. Kobud xətlər // Müşahidə nəticələrinin riyazi araşdırılması. 2006, səh. 35-36.
16. <https://report.az/ekologiya/sabaha-yagis-yagacaq-simsek-caxacaq/>.
17. <https://news.milli.az/society/752377.html>.
18. <http://eco.gov.az/az/xeberler/9-mayda-gozlenilen-hava-seraiti-9396>.

**ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗОНАНСНЫХ ЧАСТОТ ДВУХ АВТОГЕНЕРАТОРОВ,
ПОСТРОЕННЫХ НА ЛОГИЧЕСКИХ СХЕМАХ С ЧУВСТВИТЕЛЬНЫМИ
ЭЛЕМЕНТАМИ**

Р.Н. Набиев, Г.И. Гараев, Р.Р. Рустамов

В статье исследуются изменения частоты, а также синхронная работа относительно друг друга двух автогенераторов, построенных на цифровых логических схемах для дифференциально-ёмкостных датчиков, используемых в охранно-оповестительных системах по периметру стратегически важных объектов, в зависимости от длины чувствительных элементов и при разных условиях окружающей среды. Рассчитано математическое ожидание и дисперсия изменений резонансных частот генераторов с различной длиной чувствительных элементов.

В результате была обнаружена возможность применения схемы автогенератора, построенного на логических элементах в дифференциальных датчиках, используемых в системах охранно-оповестительных.

Ключевые слова: гражданская авиация, авиационная безопасность, охранно-оповестительная система, дифференциально-ёмкостной датчик, схема автогенератора, резонансная частота, чувствительный элемент, дисперсия.

**THE INVESTIGATION OF RESONANT FREQUENCIES OF TWO
AUTOGENERATORS WITH SENSITIVE ELEMENTS, BUILT ON LOGIC CIRCUITS**

R.N. Nabiyev, G.I. Garayev, R.R. Rustamov

The article studies the frequency changes as well as synchronous operation of two auto oscillators relative to each other, built on digital logic circuits for differential capacitive sensors used in security and warning systems in the perimeters of strategically important objects, depending on the length of sensitive elements and under different environmental circumstances. The

math expectation and variance of changes in the resonant frequencies of sensitive elements have been calculated.

As a result, it has been found that the auto-generator circuits built on logic circuits in differential sensors used in the security-warning systems of the territories are applicable.

Keywords: *civil aviation, aviation security, guarding-warning system, differential capacitive sensor, autogenerator circuit, resonant frequency, sensitive element, dispersion.*

Müəlliflər haqqında məlumat

Soyadı, adı, atasının adı: Nəbiyev Rasim Nəsim oğlu

İş yeri: Milli Aviasiya Akademiyası, ETNAPİ

Vəzifəsi: Aviasiya elektronikasısı şöbəsinin rəisi, t.e.d., professor

Maraq sahəsi: Aviasiya texnikası; aeronaviqasiya, cihazqayırma, elektronika

E-mail: nabiyevrasim@gmail.com

Əlaqə telefonu: +994 55 754 76 46

Soyadı, adı, atasının adı: Qarayev Qədir İsxan oğlu

İş yeri: Milli Aviasiya Akademiyası, ETNAPİ

Vəzifəsi: Aviasiya elektronikasısı şöbəsinin böyük elmi işçisi, t.f.d.

Maraq sahəsi: Aviasiya texnikası; aeronaviqasiya, cihazqayırma, elektronika

E-mail: qedir71@mail.ru

Əlaqə telefonu: +994 70 321 81 15

Soyadı, adı, atasının adı: Rüstəmov Ruslan Rüstəm oğlu

İş yeri: Milli Aviasiya Akademiyası

Vəzifəsi: “Aviasiya təhlükəsizliyi” kafedrasının baş müəllimi və doktorantı

Maraq sahəsi: Aviasiya təhlükəsizliyi, mühafizə sistemləri

E-mail: Ruslan__433@mail.ru

Əlaqə telefonu: +994 050 586 46 16

Rəyçi: *f.-r.f.d., dos. Ş.P. Nuriyeva*