

DOI: <https://doi.org/10.36719/2663-4619/101/262-268>

Vagif Maharramov

Azerbaijan Technical University
Doctor of Physics Mathematics Sciences
mvg478@mail.ru

Elnur Babayev

Azerbaijan Technical University
master student
elnurbby@gmail.com

Elmar Ovchiyev

Azerbaijan Technical University
master student
elmarovciyev@gmail.com

DETERMINING THE COORDINATE OF THE RADIO RADIATION SOURCE UNDER INTERFERENCE CONDITIONS

Abstract

Determining the coordinates of the source of radio radiation under conditions of radio interference is important in the field of radio astronomy, where radio telescopes or radio antennas are used to receive and understand the signal. It is an important field of research to determine the location and characteristics of radio waves in space, space objects or space probes.

Radio interference is a phenomenon that occurs when several antennas come together and receive a signal. When several antennas receive this signal, their signals interfere with each other, creating a problem in determining the position of a source.

Through the analysis of interference data, the position and characteristics of radio radiation are determined. The analysis of these data is carried out with the interference points obtained as a result of receiving the press at several points. The distances between the two points allow to determine the location and characteristics of the radio source.

Basically, this technique, called radio interferometry, is used to determine the position and structure of sources. This helps to better understand the spatial and energetic aspects of sources in space and has an important role in the development of radio astronomy.

Keywords: *interference, radio radiation, interferometer*

Vaqif Məhərrəmov

Azərbaycan Texniki Universiteti
fizika riyaziyyat elmlər doktoru
mvg478@mail.ru

Elnur Babayev

Azərbaycan Texniki Universiteti
magistrant
elnurbby@gmail.com

Elmar Ovçiyev

Azərbaycan Texniki Universiteti
magistrant
elmarovciyev@gmail.com

İnterferensiya şəraitində radioşüalanma mənbəyinin koordinatının müəyyənəşdirilməsi

Xülasə

Radio interferensiya şəraitində radioşüalanma mənbəyinin koordinatlarının müəyyənəşdirilməsi, radioteleskopların və ya radio antenalarının signalını qəbul etmək və anlamaq üçün istifadə olunduğu radioastronomi sahəsində əhəmiyyət kəsb edir. Bu, kosmosdakı radioşüaların, kosmik obyektlərin və ya kosmik tədqiqatların yerini və xüsusiyyətlərini müəyyənəşdirmək üçün əhəmiyyətli bir tədqiqat sahəsidir.

Radio interferensiya, bir neçə antenanın bir araya gələrək signalın qəbulu zamanı ortaya çıxan bir fenomendir. Bir neçə antena bu signalı qəbul etdikdə, onların signalı bir-birinə interferensiya edərək bir mənbənin mövqeyinin təyin edilməsinə problem yaradır.

İnterferensiya məlumatlarının analizi vasitəsilə, radioşüalanmanın mövqeyi və xüsusiyyətləri müəyyən edilir. Bu məlumatların analizi, mətbuatın bir neçə nöqtədə qəbul edilməsi nəticəsində əldə edilən interferensiya nöqtələri ilə aparılır. İki nöqtə arasındakı məsafələr, radio mənbəyinin yerini və xüsusiyyətlərini müəyyənəşdirməyə imkan verir.

Əsasən, radio interferometriya adlanan bu texnika, mənbələrin mövqeyini və strukturunu müəyyənəşdirmək üçün istifadə olunur. Bu, kosmosdakı mənbələrin məkan və enerji cəhətlərini daha yaxşı anlamağa kömək edir və radioastronomiyanın inkişafında əhəmiyyətli bir rol var.

Açar sözlər: *interferensiya, radioşüalanma, interferometr*

Giriş

Radiodalğaların interferensiyası, iki və ya daha çox dalğanın bir araya gəldikdə təsir etməsi və nəticədə müşahidə olunan dəyişiklikləri təsvir edir.

1830-cü illərdə naqilsiz rabitə ideyası üzrə təcrübələrin aparılması radionun kəşf edilməsində mühüm rol oynamışdır. Ceyms Maksvell nəzəri və riyazi üsullarla elektromaqnit dalğalarının fəzada sərbəst şəkildə yayıldığını 1864-cü ildə sübut etdi. Ehtimal edilir ki, elektromaqnit dalğaları vasitəsilə signalın ötürülməsi ilk dəfə David Hyuza tərəfindən 1880-ci illərdə sınaqdan keçirilmişdir. Lakin həmin dövrdə bu təcrübələr induksiya kimi dəyərləndirilirdi.

Alman fizik Rudolf Herz 1886-cı ildə sübut etdi ki, elektrik cərəyanının sürətli dəyişməsi radiodalğaların fəzada yayılmasını təmin edə bilər (Nikolskiy, Nikolskaya, 1989: 543).

"Herz" dalğalarının kəşf edilməsindən sonra bir sıra alimlər həmin dalğalar vasitəsilə rabitə sistemlərinin yaradılması üzərində işlərə başladılar. Maksvell göstərdi ki, işıq və elektromaqnit dalğaları eyni olmaqla, müxtəlif dalğa uzunluqlarındadır.

Bu fenomenin tədqiqatı 19-cu əsrdə başlamışdır. Heinrich Hertz, 1887-ci ildə elektromaqnit dalğaların interferensiyasını tədqiq etməklə radiodalğaların davranışını daha yaxşı anlamağa nail olmuşdur. İnterferens, bugünkü radio və televiziya texnologiyalarında əhəmiyyətli bir rol oynayır və ətraflı şəkildə tədqiq edilib.

1892-ci ildə ingilis fiziki Uilyam Kruks Herz dalğaları əsasında naqilsiz teleqrafın müxtəlif variantları barədə yazmışdır. Amos Dolbi, Oliver Loc, Recinald Fessenden və A.S.Popov elektromaqnit dalğalarının ötürülməsi və qəbulu üzrə nəzəriyyələrin hazırlanmasında iştirak etmişlər (Kurayev, Popkova, Sinitsyn, 2004: 357).

Radiodalğaların interferensiyasının tədqiqatı və tətbiqi uzun illər ərzində müxtəlif sahələrdə genişlənmiş və bu, kommunikasiya texnologiyalarından rəqəmsal radar sistemlərinə qədər çeşitli texnologiyalarda tətbiq olunur.

Ümumi olaraq, radiodalğaların interferensiyası, kommunikasiya və sensor sistemlərində effektiv tətbiqi üçün əhəmiyyətli bir prosesdir. Bu sahədə aparılan tədqiqatlar və inkişaf, texnologiyalarda və tətbiq sahələrində mövcud olan daha effektiv və müstəqil sistemlərin inkişafına kömək edir.

İnterferensiya şəraitində radioşüalanmanın mənbəyinin koordinatlarını tapmaq üçün metod (Feynman, 1966: 343):

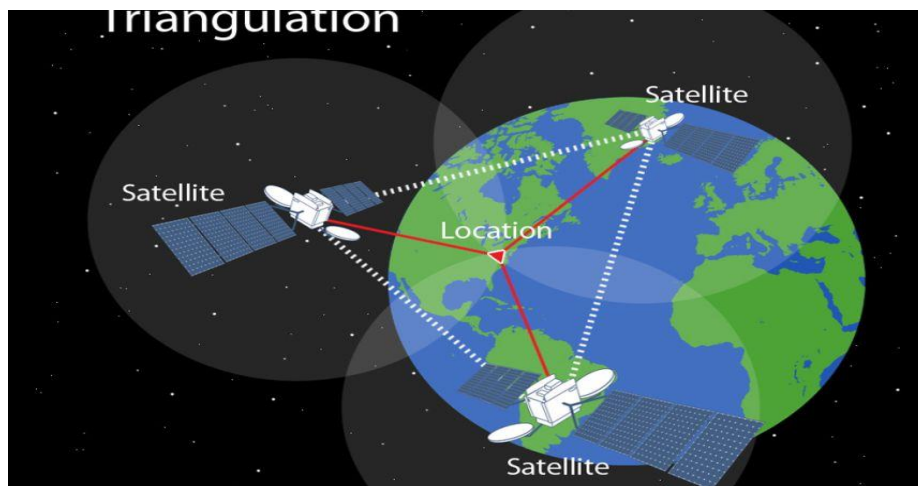
İnterferensiya şəraitində radioşüalanmanın mənbəyinin koordinatlarını tapmaq üçün bir neçə müxtəlif metod mövcuddur. İşləmə qabiliyyətinə, mənbənin xüsusiyyətlərinə və məsafəyə görə uyğun olan metodları seçmək önəmlidir. İşləyən bir neçə üsul aşağıdakılardır:

1. Faza Interferometriyası
2. Triangulasiya
3. Aparatlı Dinamik Ölçmə Metodu (ADF) Metodu
4. Çoxlu Daşınabilən hədəflə müəyyən olunma (MULTA)



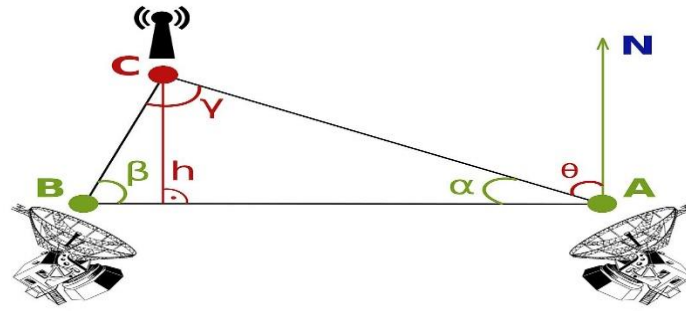
Şəkil 1. İnterferometrik metod

1. Faza Interferometriyası: Bu metoddan istifadə edərək, radio interferometriya layihələri, mənbənin koordinatlarını təyin edir. Bu metod, fərqli yerlərdə yerləşən teleskopların gözlənilən radioşüalanma mənbəyinin tezliyi müşahidə etməyə əsaslanır. Bu, mənbənin istiqamətini və yüksəkliyini müəyyənləşdirmək üçün istifadə olunur (Muromtsev, Zyryanov, Fedyunin, Belousov, Ryabov, Golovchenko, 2012: 200).



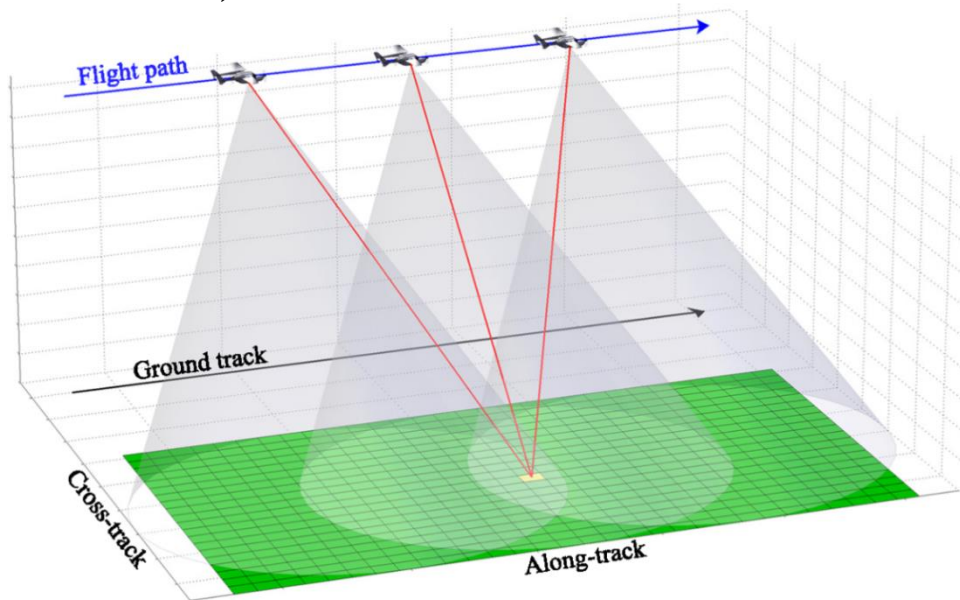
Şəkil 2. Triangulasiya metodu.

2. Triangulasiya: Bu metod, bir mənbənin mövcud olduğu iki fərqli mövqeyi istifadə edir. İki məkan arasındakı mənbənin konumu, hər iki mövqedən görünən tərəf və məsafənin bir funksiyası kimi təyin edilir (Yanushkevich, 2008: 276).



Şəkil 3. Aparatlı Dinamik Ölçmə Metodu

3. Aparatlı Dinamik Ölçmə Metodu (ADF) Metodu: Bu metod, radio interferometriya texnikasına əsaslanır və yayımlanan şüalanmanın mənbəsinin yerini müəyyənləşdirmək üçün hava vasitələri və ya yerüstü vasitələrini istifadə edir. Fərqli məkanlarda aparılır və müşahidə edilir (Abdinov, Məmmədov, 2004).



Şəkil 4. MULTA metodu.

4. Çoxlu Daşınabilən hədəflə müəyyən olunma (MULTA) Metodu: Bu metod, interferensiya tərəfindən müəyyən edilmiş qərarlarla şüalanmanın mənbəsinin koordinatlarını tapmaq üçün istifadə olunan bir sensor sistemidir. MULTA metodu, müxtəlif sensor sistemləri ilə işləyərək mənbənin koordinatlarını müəyyənləşdirir (Nəsirov, 2008: 392).

İnterferometrlər.

İnterferensiya hadisəsi işığın dalğa təbiətli olması ilə əlaqədardır və onun kəmiyyət qanunauyğunluğu dalğa uzunluğundan asılıdır. Ona görə də bu hadisə işığın dalğa təbiətli olduğunu təsdiq etmək üçün və dalğa uzunluğunu ölçmək üçün tətbiq olunur (**interferensiya spektroskopiyası**). İnterferensiya hadisəsindən praktikada geniş istifadə olunur. İnterferensiya hadisələri çox dəqiq ölçmələr aparmağa imkan verir. Fiziki eksperimentlərdə, istehsalatda və optikanın müxtəlif sahələrində onların istifadə olunma sahəsi sürətlə genişlənir (Complete Physics for Cambridge IGCSE Student Book, 2017).

İnterferensiya hadisəsi həmçinin **interferometrlər** adlanan optik cihazların iş prinsipini təyin edir. Başqa sözlə desək, interferometrlərin ümumi iş prinsipi koherent işıq dalğalarının alınması və interferensiyasına əsaslanır. İnterferometrlərdən uzunluğun və bucaqların kiçik dəyişmələrini ölçmək, mühitin sındırma əmsalını təyin etmək, cisimlərin səthlərinin keyfiyyətinin hamarlığını yoxlamaq və s. məqsədlərlə istifadə olunur. İnterferometrlər böyük həssaslığa malik olduğuna görə,

interferensiya edən şüaların optik yollar fərqi çox cüzi dəyişdikdə interferensiya mənzərəsi kəskin surətdə dəyişir. Ona görə də interferometrlər vasitəsilə çox incə işlər görülür. Məsələn, linzaların və güzgülərin cilalanmış səthlərinin hamarlığını, bərk cisimlərin xətti genişlənmə əmsalını, ferromaqnitlərin maqnit sahəsində, seqnetoelektriklərin elektrik sahəsində ölçülərinin dəyişməsinə yalnız interferometrlər vasitəsilə qiymətləndirmək olar. Rele interferometri maye və qazların şüasındırma əmsalını yüksək dəqiqliklə təyin etməyə imkan verir (Bakulev, 2004: 320). Sındırma əmsalı maddənin kimyəvi tərkibindən asılı olduğundan interferensiya refraktometri vasitəsilə mühitin kimyəvi tərkibində baş verən dəyişiklikləri aşkar etmək mümkündür. Məsələn, kömür şaxtalarında bu qaz alışıra qəbul partlayışa səbəb ola bilər. Ona görə də metan qazının konsentrasiyasına nəzarət edilir. Astronomiyada interferometrlər vasitəsilə ulduzların bucaq diametri təyin edilir. Bu məqsədlə ayırd etmə qabiliyyətli Maykelson interferometrindən təqribən yüz dəfələrlə yüksək olan radiorefraktometrdən istifadə edilir. Şüaların spektral tərkibini öyrənmək üçün də interferometrlərdən geniş istifadə olunur. Müasir spektral cihaz olan Fyurze spektrometrində Maykelson interferometrinin optik sxemi tətbiq edilir. Bu cihazla zəif spektri, xüsusilə onun infraqırmızı oblastını tədqiq etmək olur. Fabri-Pero interferometrindən ayırd etmə qabiliyyəti yüksək olan spektral cihazlarda spektr xətlərini etalon mənbəyin xətləri ilə müqayisə etmək üçün istifadə olunur (Tsvetnov, 1998: 348).

Fabri Pero interferometri. Çoxşüalı interferometrlərin tətbiqinə misal olaraq spektroskopiyada şüalanma xətlərinin incə quruluşunu təyinedilməsi göstərilə bilər. Çoxşüalı interferometr olaraq Fabri-Pero etalonuna nəzər yetirək. Bu cihaz yaxşı cilalanmış iki kvarts və ya şüşə lövhədən ibarətdir. Dalğa uzunluğundan xeyli kiçik kəlkötürlüyə malik 1 və 2 lövhələrinə QS (qeyri-şəffaf) və YS (yarımşəffaf) metal qatlar (güzgü) çəkilir. Xarici qatdan əks olunan şüaları sıradan çıxarmaq üçün lövhələrin müstəvi paralelliyi pozulur və onlar paz şəklində düzəldilir. Lövhələrdən biri tərpənməz bərkidilir, digəri isə mikrometrik vintlə hərəkət etdirilə bilər (Kugushev, 2001: 368).

RF müdaxiləsinin səbəbləri:

İstehlakçı elektronikasının geniş istifadəsi havada RFI miqdarını artırır. Elektromaqnit şüalanma mühiti kimi hava elektron cihazların işini pozan RF müdaxilə siqnalları ilə doludur. Elektron istehsalçıları dizayn və inkişafın hər mərhələsində RFI-yə diqqət yetirməlidirlər. Elektron cihazların elektromaqnit uyğunluğu nəzərdən keçirilən cihazın məqbul səviyyələrdə RFI istehsal etdiyini təsdiqləyir. Bunu təsdiqləmək üçün EMC testi aparılır (12).

RFI-nin digər səbəbləri (1):

• Eyni radiotezliklərdən və ya eyni radiotezlik spektrindən istifadə edən elektron cihazların yayılması.

- Elektron cihazların tıxanmış dövrə əlaqələri.
- Elektron sxemlərdə dizayn qüsurları.
- Aşağı udma itkisi olan elektron cihazların zəif dizayn edilmiş korpusları.

Radiotezlik müdaxiləsini necə dayandırmaq olar.

Elektron sxemlərdə radiotezlik müdaxiləsini dayandırmaq üçün üç əsas üsul mövcuddur.

Qoruyucu (13):

Elektron sistemin metal içərisinə bağlanması RF səs-küyünün saxlanması və RF müdaxiləsinin antenaya çatmasının qarşısını almağa kömək edə bilər. Praktik hallarda bəzi radiolarda səs-küy sızması olur. Bununla belə, RFI qoruyucu ilə əhəmiyyətli dərəcədə azaldılır. Metal korpus yerə elektriklə bağlansa, qoruma effektivliyi artır. Qoruyucudan keçən naqillər özünü antena kimi apara bilər, ona görə də naqillərin qoruyucudan keçməsi minimuma endirilir.

Filtrləmə:

Bu üsul ən praktik RFI bastırma texnikasıdır. Bu, elektron cihazların səs-küy yaradan terminalları arasında filtrləmə sxemlərinin quraşdırılması ilə əldə edilir. Kondensatorlar və boğucu rulonlar (və ya onların birləşməsi) effektiv filtrasıyanı təmin edən elektrik komponentləridir.

Torpaqlama (14):

Düzgün torpaqlama RF səs-küyünün radiasiya kimi yayılması əvəzinə yerə ötürülməsini təmin edir.

Ekranlama, filtrləmə və torpaqlama elektron sxemlərdə radiotezlik müdaxiləsini necə dayandırmaq barədə suala dərhal cavabdır. Cadence proqramı maraq dairəsi və ya cihaz üçün uyğun olan müvafiq RF müdaxiləsinin qarşısının alınması metodunu planlaşdırmaqda bizə kömək edir. Radiotexniki məlumatların əldə edilməsi üçün məlum üsul və onun həyata keçirilməsi üçün radiotexniki kompleks mövcuddur (İxtira üçün RF Patenti No 2599259, M. sinfi G01S 5/04, 10.10.2016-cı il nəşr olunub), radionun alınması üçün tətbiq edilir. Elektron kəşfiyyat stansiyaları tərəfindən texniki məlumatlar, hava obyektlərindən radio emissiyalarının ardıcıl surətdə skan edilməsi ilə passiv yerləşdirmə kompleksinin bir hissəsi kimi, zamanla bir-biri ilə sinxronlaşdırılan və hər bir cüt tərəfindən yerdəki məsafədə yerləşməsindən ibarətdir. Elektron kəşfiyyat stansiyalarının qəbul postları, hava obyektlərindən passiv radio emissiyaları haqqında məlumatlar, tezlikdə ardıcıl skan edilən sensorlar vasitəsilə qəbul edilir - radio emissiyalarının qəbul müddətindəki fərq, hava obyektinin bort radio-elektron avadanlığının daşıyıcı tezliyi və Ölçmənin qəbulu anında məlumatlar mərkəzi qəbul məntəqəsinə göndərilir, mərkəzi qəbul postunda mənsəyi olan vahid mərkəzi dekart koordinat sisteminə çevrilir və izləmək üçün mövcud olan hava obyektlərinin radiotexniki trayektoriyaları ilə əlaqələndirilir. Burada hava obyektində skan zamanı yaranan bir çox təcrid olunmuş radiotexniki işarələr üzərində aşağıdakı ardıcılıqla hava obyektinin radiotexniki trayektoriyasının aşkarlanması üzrə fərq-radio tapma məsələsinin həlli nəticələrinin qarşılaşdırılması əməliyyatını həyata keçirir (15):

- hava obyektlərinin avtomatik tutulması qapılarının ölçülərini
- trayektoriyanın ilkin parametrlərini və onların görünüşü ilə aşkar edilməsinin təsdiqini hesablanması
- hava obyektinin trayektoriyalarının dövlət vektorlarını təyin edilməsi
- hava obyektinin hərəkət modelini tərtib edib və onu filtirləmək
- parametrləri və qəbuledici postlarda ilkin radio məlumatlarından istifadə edərək hava obyektini müşayiət etmək
- hava obyektinin hərəkəti nəzərdə tutulduğu halda, onların gəliş vaxtına uyğun olaraq siqnalların gəliş vaxtındakı fərdi fərqlərin eyni vaxtda ilkin filtrasiyasını həyata keçirmək

Nəticə

İnterferensiya şəraitində radioşüalanmanın mənbəyinin koordinatlarının dəqiqləşdirilməsi, rəqəmsal kommunikasiya sahəsində mühüm bir məsələdir. Bu proses, çox müxtəlif texnologiyaların və alqoritmlərin birləşdirilməsini tələb edir və mühəndislik təcrübəsi ilə dəstəklənir. İlk olaraq, mənbənin koordinatlarını dəqiqləşdirmək üçün yer üzündə istifadə olunan stansiyaların mövqeyi nəzərə alınır. Bu, mənbələrin mövqeyinin yer üzündə olan və ya yaxınlığında olan təsirini göstərir. Yerli istifadə olunan stansiyaların koordinatları və mənbənin yaydığı işarələr arasındakı əlaqə, mənbənin mövqeyinin müəyyənləşdirilməsində əsas rol oynayır. Yerli istifadə olunan stansiyaların yanında, yön və məsafə ölçümləri də əhəmiyyətli bir rol oynayır. Yayılmış naviqasiya və yer tapma sistemləri (GNSS), işarələrin mənbəyinin təyin edilməsində istifadə olunur. İşarələrin bir neçə yerə qəbul edilməsi ilə məsafə və istiqamət məlumatı əldə edilir və mənbənin koordinatlarının müəyyənləşdirilməsinə kömək edir. İnterferensiya şəraiti hazırkı dövr üçün aktual problemlərdən biridir. Bu problemin həll yolunun tapılması yeni texnologiyaların inkişafına yol açır. Qarşıma qoyulan məqsədin nəticəsi olaraq interferensiyanın dərəcəsindən asılı olmayaraq radioşüalanma mənbəyinin koordinatını müəyyən etmək olur. Bu da öz növbəsində hərbi və mülki sənayedə yeni innovasiyaya yol açır.

Ədəbiyyat

1. Nikolskiy, V.V., Nikolskaya, T.I. (1989). «Elektrodinamika i rasprostraneniye radiovoln». M.: Nauka, 543 s.
2. Kurayev, A.A., Popkova, T.L., Sinitsyn, A.K. (2004). «Elektrodinamika i rasprostraneniye radiovoln». M.: Bestprint, 357 s.
3. Feynman, L.S. (1966). «Feynmanovskiye lektsiipo fizike-Elektrodinamika». M.Mir, 343 s.

4. Muromtsev, D.YU., Zyryanov, YU.T., Fedyunin, P.A., Belousov, O.A., Ryabov, A.V., Golovchenko, Ye.V. (2012). «Elektrodinamikai rasprostraneniye radiovoln». Tambov, TGTU, 200 s.
5. Yanushkevich, V.F. (2008). «Elektrodinamika i rasprostraneniye radiovoln». PGU, 276 s.
6. Abdinov, Ə.Ş., Məmmədov, H.M. (2004). Bərk cisim elektronikasi. Bakı.
7. Nəsirov, V.İ. (2008). Elektrik və maqnetizm. Dərs vəsaiti. Bakı: Adiloğlu, 392 s.
8. Complete Physics for Cambridge IGCSE Student Book. (2017). Oxford University Press.
9. Bakulev, P.F. (2004). Radiolokatsionnyye sistemy, 320 s.
10. Tsvetnov, V.V. (1998). Radiorazvetka i radioprotivodeystviye, 248 s.
11. Kugushev, A.M. (2001). Elektrodinamika i rasprostraneniya radiovoln, 368 s.
12. Osnovy radiolokatsii i yelementy RLS. 2014, 247 s.
13. Sistemy obrabotki signalov v impul"snykh RLS Diss. 2016, 230 s.
14. Radioelektronnaya bar"ba v vooruzhennykh silakh ssha. 2018, 131 s.
15. Sozdaniye i ekspluatatsiya RLS dalnego obnaruzheniya. 2020, 140 s.

Göndərilib: 18.01.2024

Qəbul edilib: 13.03.2024