

RADIOPELENGATOR QURILMALARINI TAVSIFLOVCHI ASOSIY KATTALIKLAR TAHLILI

Axunov Ashraf Abduxafiz o'g'li

*T.f.f.d (PhD) O'R Harbiy xavfsizlik va mudofaa universiteti
Axborot kommunikatsiya texnologiyalari va harbiy aloqa instituti*

Annotatsiya: *Ushbu maqolada radiopelengatorlarning asosiy sifat ko'rsatkichlari yoritib berilgan bo'lib, aniqlik, sezgirlik, halaqit bardoshlik kabi ish samaradorligiga ta'sir etuvchi kattaliklarga alohida to'xtalib o'tilgan. Shu bilan birga ushbu ko'rsatkichlarning amaliy ahamiyati ham yoritilgan.*

Kalit so'zlar: *radiochastota, chastota diapazoni, radionurlanish manbai, radiopelengator, aniqlik, sezgirlik, halaqit bardoshlik, tezkorlik, o'rta kvadratik xatolik.*

Аннотация: *В данной статье освещены основные показатели качества радиопеленгаторов, особое внимание уделено таким параметрам, влияющим на эффективность работы, как точность, чувствительность, помехоустойчивость. Вместе с тем, освещена практическая значимость этих показателей.*

Ключевые слова: *радиочастота, диапазон частот, источник радиоизлучения, радиопеленгатор, точность, чувствительность, помехоустойчивость, быстроедействие, среднеквадратичная ошибка.*

Abstract: *This article covers the main quality indicators of radiopelengators, with particular attention paid to parameters affecting operational efficiency, such as accuracy, sensitivity, and noise immunity. At the same time, the practical significance of these indicators is highlighted.*

Keywords: *radio frequency, frequency range, radio emission source, radio direction finder, accuracy, sensitivity, noise immunity, speed, root mean square error.*

Bugungi kunda radiochastotalarni nazorat qilish, ulardan o'zaro tegishlilik asosida foydalanish, noqonuniy nurlanishlarni tezkor aniqlash va bartaraf etish har doimgidan ham dolzarb hisoblanmoqda.

Ayniqsa so'ngi qurolli nizolarda radioboshqariluvchi robotlashtirilgan tizimlar va uchuvchisiz uchish apparatlarini keng qo'llash kam quvvatli radiouzatgichlardan keng diapazonda foydalanish imkoniyatini yanada oshirdi. Shunday radioboshqariluvchi vositalarning joylashgan joyini tezkor aniqlash ularga qarshi o'z vaqtida harakatlanishni ta'minlaydi.

Radionurlanish manbaalarining joylashgan joyini aniqlash esa radiopelengatorlar orqali amalga oshiriladi. Radiopelengatorlar dastlab harbiy maqsadda ishlab chiqilgan bo'lsada, bugungi kunda qidiru-qutqaruv ishlarida, radiolokatsiya, navigatsiya tizimlarida, radioastronomiya va meteorologiya kabi ilmiy va fuqarolik sohalarida ham keng qo'llanilmoqda.

Radiopelengatorlardan foydalanishda ularning asosiy sifat ko'rsatkichlariga alohida e'tibor qaratish lozim.

Radiopelengatorlarning asosiy sifat ko'rsatkichlari quyidagilardan iborat [1]:

- pelenglash aniqligi;
- sezgirlik;
- halaqitbardoshlik;
- tezkorlik;
- ajrata olish qobiliyati;
- ishchi chastota diapazoni;
- pelenglanadigan signal turi;
- yoyish vaqti;
- og'irlik va gabarit o'lchamlari;
- ishlab chiqish va ekspluatatsiya qilish murakkabligi;
- narxi.

Radiopelengatorning pelenglash aniqligi pelenglashning burchak xatoligi bilan aniqlanadi. Odatda aniqlik pelenglashning o'rta kvadratik xatoligi bilan tavsiflanadi va quyidagi (1) formula bilan hisoblanadi [3]:

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (\theta_i - \hat{\theta}_i)^2} \quad 1)$$

Bu yerda:

θ_i - haqiqiy azimut burchagi;

$\hat{\theta}_i$ - pelengator bilan o'lchangan azimut burchagi;

N- o'lchashlar soni.

Pelengatorning aniqligini o'lchashda radionurlanish manbaining joylashish azimutlari va nurlanish chastotasini o'zgartirib, ko'p sonli o'lchashlar o'tkaziladi.

Pelenglash jarayonida, xalaqitli sharoitidagi har qanday o'lchashlardagi kabi, tasodifiy va tizimli xatoliklar ham kuzatiladi. Pelenglashning tasodifiy xatoliklari ta'siri bir o'lchashdan boshqa bir o'lchashgacha o'zgarishi mumkin bo'lgan ko'p sonli omillar ta'sirida yuzaga keladi. Shuning uchun tasodifiy xatoliklarni pelenglash natijalaridagi qandaydir tuzatishlar bilan hisobga olib bo'lmaydi. Tizimli xatoliklar doimiy ish sharoitida yuzaga keladigan omillar natijasida hosil bo'ladi va shuning uchun o'lchash ishlarini amalga oshirishda ularni hisobga olish mumkin.

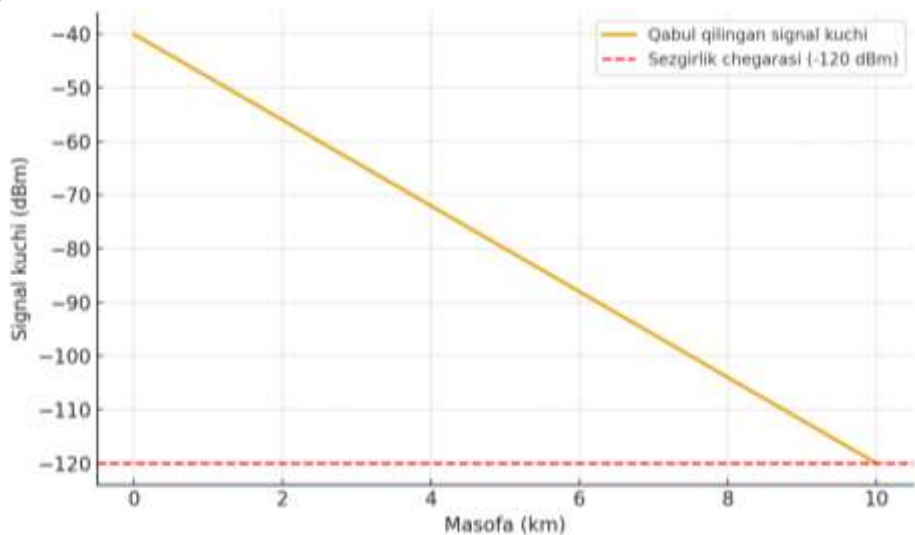
Pelengatorning ekspluatatsiya aniqligi – bu normal pelenglash sharoitida ta'minlandigan aniqlik. Ekspluatatsiya aniqligi joylashgan joyi ma'lum bo'lgan radionurlanish manbalariga nisbatan turli sharoitlarda ko'p sonli pelenglashni o'tkazish orqali baholanadi. Ushbu obyektlar imkoniyat kelib chiqib, bir xil bo'lmagan masofada joylashishi va turli uzunlikdagi to'lqinlarni nurlatishi zarur.

Radiopelengator sezgirligi uzoqmasofada joylashgan va kam quvvatli radiostansiyalarni pelenglash qobiliyatini belgilaydi. Odatda sezgirlik deganda

elektromagnit maydon kuchlanganligining shunday qiymati tushuniladi [2], bunda pelenglash berilgan pelenglash xususiyatlarida, masalan, berilgan o'rta kvadratik xatolikda amalga oshiriladi. Radiopelengator sezgirliги uning qabul qilish traktlari sezgirliги, antenna tizimi konstruksiyasi va pelenglashni hisoblash algoritmi bilan belgilanadi.

Pelengatorning ichki va tashqi halaqitlari hisobiga pelenglanayotgan signal maydon kuchlanishining kamayishi pelengatorning o'rta kvadratik xatoligini oshishiga olib keladi. Pelenglashning aniqligi va sezgirliги o'zaro bog'liq kattaliklar bo'lib, maydon kuchlanganligi yoki quvvat oqimi zichliги birliklarida o'lchanadigan pelengator sezgirliги pelenglashning unga mos keluvchi o'rta kvadratik xatoligi qiymatini keltirish bilan birga olib borilishi kerak. Odatda ishlab chiqaruvchilar pelengatorlarning sezgirliгini pelenglashning ikki marta oshirilgan o'rta kvadratik xatoligiga nisbatan ko'rsatadilar. Bundan tashqari, pelenglashning o'rta kvadratik xatoligi va sezgirliги pelenglash vaqtiga (o'lchashlar soniga) bog'liq. Ko'plab ishlab chiqaruvchilar pelenglash qurilmasining sezgirliгini pelenglarning o'rtacha 1s vaqtiga nisbatan aniqlaydilar.

Pelengatorlarning sezgirliги radioqabul qilish traktining o'tkazish polosasi kengligiga bog'liq. Agar qabul qilish kanalida halaqitlar tekis spektrni tashkil etsa, pelengator sezgirliги o'tkazish polosasining ildiz osti qiymatiga teskari proporsional bo'ladi. Biroq, o'tkazish polosasining sezilarli darajada torayishi keng polosali spektrga ega bo'lgan qisqa vaqtli impuls signallarini pelenglashning imkonsizligiga olib keladi (1-rasm).



1-rasm. Radiopelengator sezgirliги grafigi

Xalaqitbardoshlik - pelengatorning xalaqitlar ta'sirida ishlash qobiliyatini ko'rsatuvchi xususiyati [2]. Pelengatorning xalaqitbardoshligiuning qabul trakti va antenna tizimining xalaqitbardoshliги, muhitdagi tanlovchanliги, antenna konstruksiyasiga bog'liqligi, tasvirlovchi vositalar turlari, qayta ishlash usullari va halaqitli holatga moslashish darajasi bilan belgilanadi.

Pelengator qabul traktining xalaqitbardoshliги boshqa istalgan radioqabul qilish qurilmasi kabi, dinamik diapazonlar, intermodulyatsion tanlovchanlik

(2- va 3-tartibli kesishish nuqtalari), qo'shimcha qabul qilish kanallari bo'yicha tanlovchanlik bilan tavsiflanadi.

Agar pelengatorda faol antennalar tizimi foydalanilsa, ular radiopelengatorning intermodulyatsiyali tanlovchanligini va yuqori quvvatli signallar bilan ishlash qobiliyatini yomonlashtirishi mumkin.

Radiopelengatorning xalaqibardoshligini belgilovchi asosiy omillar uning radioto'lqinlarning ko'p nurli tarqalishi natijasida yuzaga keladigan maydon buzilishlariga ta'sirchan emasligi, qutblanish xatolariga chidamliligi, pelenglanadigan chastota kanalida kogerent bo'lmagan xalaqitlar mavjud bo'lgan taqdirda ishlash barqarorligidan iborat.

Radiopelengatorning ishchi chastota diapazoni berilgan aniqlik va sezgirlik xususiyatlariga ega bo'lgan radiopelenglash amalga oshiriladigan chastota sohasini belgilaydi. hozirgi vaqtda radionurlanish manbalari kilogers birligidan o'nlab gigogersgacha bo'lgan radiochastotalar diapazonidan foydalanadi. Shuning uchun radiopelengatorning ishchi chastota diapazoni qanchalik katta bo'lsa, undan radijnazorat vazifalarida foydalanish shunchalik afzal hisoblanadi [4].

Pelenglash signallari turlari. Ushbu ko'rsatkich pelengator tomonidan qanday turdagi signallarni manbaalarini pelenglashni amalga oshirishni ta'minlaydi. Pelenglanadigan signal turi bevosita pelengator qabul trakti o'tkazish polosasi va uning tezkorligi bilan bog'liq kattalikdir. Bundan tashqari qisqa vaqtli takrorlanuvchi signallarni pelenglash signallarni raqamli qayta ishlash blokida matematik jihatdan qayta ishlash bilan bevosita bog'liq.

Radiopelengatorning tezkorligi pelengatorni belgilangan chastotaga sozlash va peleng olish jarayoni sodir bo'ladigan minimal vaqt bilan belgilanadi. So'nggi paytlarda chastota bo'yicha qayta sozlash tezligi sekundiga bir necha o'nlab va bir necha yuzlab sakrashlarni tashkil etadigan dasturlashtirilgan qaytatiziluvchi radio chastotali radioaloqa tizimlari keng tarqalmoqda. Shuning uchun pelengatorlarning tezkorligi ulardan, ayniqsa, harbiy sohada foydalanishning hal qiluvchi ko'rsatkichiga aylanmoqda.

Peleng olishning maksimal tezligiga monoimpulsli pelengatorlarda erishiladi, bunda peleng bitta signal impulsining davomiyligi vaqtida o'lchanadi. Bunda 360 gradusli burchaklar diapazonida pelengni bir qiymatli aniqlash uchun kamida 3 ta antenna talab etiladi. Umuman olganda, radiopelengatorlarning tezkorligini oshirish uchun chastota sintezatorlarida o'rnatilish vaqti kichik bo'lgan radioqabul qilish traktlaridan foydalanish, pelengatorning antenna elementlaridan signal olish vaqtini qisqartirish, antenna elementlari sonini kamaytirish, ajratish qobiliyatini yomonlashtirish hisobiga hisoblash hajmini kamaytirish afzalroqdir.

Ajrata olish qobiliyati - bu yaqin parametrlil radionurlanish manbalarini alohida pelenglash imkoniyatini belgilovchi radiopelengatorning xususiyati bo'lib, chastota bo'yicha ajrata olish qobiliyati va burchak bo'yicha ajrata olish qobiliyatilari bilan farqlanadi [5].

Pelengatorlarning chastota bo'yicha ajrata olish qobiliyati turli ish diapazonlarida turlicha bo'lishi mumkin. Masalan, gekto metrli to'lqin diapazonida tor polosali modulyatsiya turlariga ega bo'lgan radiouzatkichlar qo'llaniladi va bu yerda pelengatordan detsimetrli to'lqin diapazoniga qaraganda yuqori ajrata olish qobiliyati talab etiladi. Zamonaviy radiopelengatorlarning chastota bo'yicha ajrata olish qobiliyati asosan radiopriyomnik traktlari chastotalari sintezatorlarining fazaviy shovqinlari va raqamli murakkabligi bilan belgilanadi.

Burchak bo'yicha ajratish masalasi zamonaviy radiopelengatorlar uchun ham muhimdir, chunki bitta radiochastota kanalida bir nechta radionurlanish manbalari ishlashi mumkin, masalan: radiotarmoqqa kiruvchi yoki bir nechta uyali radioaloqa tayanch stansiyalari. Korrelyatsiyali interferometr burchagi bo'yicha ajrata olish qobiliyati pelenglash aniqligiga bevosita bog'liq.

Radiopelengatorni yoyish vaqti mobil tizimlar uchun muhimko'rsatkich bo'lib, u pelengatorni safar holatidan ish rejimiga qanchalik tez o'tkazish mumkinligini ko'rsatadi.



2-rasm. Hududga yoyilgan mobil radiopelengator

Radiopelengatorning massasi va gabarit o'lchamlari mobil tizimlarda qo'llash uchun muhim ko'rsatkichlar hisoblanadi. Radiopelengatorning massasi va o'lchamlari qanchalik kichik bo'lsa, uni quruqlik, havo va dengiz tashuvchilarida ishlatish shunchalik oson bo'ladi.

Ishlab chiqarish va ekspluatatsiya qilishdagi murakkablik pelengatorni ommaviy ishlab chiqarish imkoniyatini, ekspluatatsiya qilish qulayligini, shuningdek, uning narxini belgilovchi kattaliklar hisoblanadi.

Xulosa qilib aytganda, foydalanish maqsadidan kelib chiqqan holda radiopelengatorning asosiy tavsif ko'rsatkichlarini to'g'ri tanlab olish lozim. Radiopelengatordan foydalanish samaradorligini oshirish bevosita udan ko'rsatkichlari asosida to'g'ri foydalanishga bog'liq. Radiopelengatorning ish samaradorligi bevosita sezgirlik, aniqlik va xalaqitbardoshlik kabi ko'rsatkichlarga bog'liq. Ular qanchalik yuqori bo'lsa, shunchalik ishonchli va tezkor aniqlash imkoniyati yaratiladi.

Tarkibiy jihatdan murakkabligi, o'lchamlari esa radiopelengatorni joylashtirish, olib yurish kabi muammolarni hal etishda foydali ko'rsatkichlar hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

[1] A.A. Axunov "Radiopelenglash asoslari va qurilmalari" O'quv qo'llanma.-T.: «AKT va AHI», 2025-yil, 76 b.

[2] A.A. Axunov "Radioqabul qilish qurilmalari". O'quv qo'llanma.-T.: «AKT VA AHI», 2022-yil, 82 b.

[3] Рембовский А.М., Ашихмин А.В., Козьмин В.А. Радиомониторинг: задачи, методы, средства/ 3-е изд., перераб. И доп. – М:Горячая линия – Телеком, 2012,-640 с.

[4.] Д.В. Гололобов, В.Б. Кирильчук "Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства" Методическое пособие, Часть 1 Распространение радиоволн.- Мн.: БГУИР, 2003. – 124 с.

[5] Кубанов В.П., Ружников В.А. Сподобаев М.Ю., Сподобаев Ю.М. "Основы теории антенн и распространения радиоволн" Учебное пособие: – С.: ИНУЛ-ПГУТИ, 2016. – 258 с.