

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS
TA'LIM VAZIRLIGI

O'RTA MAXSUS, KASB-HUNAR TA'LIMI MARKAZI

A. A. YORMUHAMEDOV, D. B. MUHAMEDOVA

**RADIOLOKATSION STANSIYALARNING
ISHLATILISHI VA TUZILISHI**

Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma

UO‘K: 621.396.96(075)
KBK: 32.95
M96

*Oliy va o‘rta maxsus, kasb-hunar ta’limi ilmiy-metodik
birlashmalari faoliyatini muvofiqlashtiruvchi Kengash
tomonidan nashrga tavsiya etilgan.*

Ushbu o‘quv qo‘llanmada radiolokatsiya haqida asosiy ma’lumotlar, radiolokatsion stansiyalarning asosiy texnik xarakteristikalari, nishonning koordinata va tezligini aniqlashning turli usullari, doiraviy kuzatuv radiolokatsion stansiyalari strukturaviy sxemasi, ular yordamida masofani, azimutni hisoblash usullari va radiolokatsion stansiyalardan foydalanishda elektr xavfsizligi masalalari yoritilgan.

T a q r i z c h i l a r: **Z. N. NAZIROV** — Hidrometeorologiya ilmiy tekshirish instituti laboratoriya mudiri, fizika-matematika fanlari nomzodi;
B. M. MAHMUDOV — ATV «Meteoinfosis-tem»ning RTS xizmati boshlig‘i.

ISBN 978-9943-16-223-5

© A. A. YORMUHAMEDOV,
D. B. MUHAMEDOVA, 2015-yil.
© «ILM ZIYO» nashriyot uyi, 2015-yil.

KIRISH

Radiolokatsiyani yaratilishiga, rivojlanishiga buyuk rus fizik olimi Aleksandr Stepanovich Popov sababchi bo'lib, unga asos solgan. 1895-yil 7-may kuni dunyoda birinchi marotaba A.S. Popov radioni kashf etgan.

1930-yilning boshida radiolokatsion qurilmalar ustida nazariy va amaliy jihatdan izlanishlar, ilmiy tadqiqot ishlari faol olib borila boshlangan.

Shu yillari radiolokatsiyani rivojlanishiga rus olimlari, akademiklar N. D. Papaleksi va L. I. Mandelshtamlar katta hissa qo'shishgan. Ular impulsli signallarning uzluksiz uzatilishini amaliy jihatdan o'rganib, impulsli radiolokatsion stansiyalarni ishlab chiqishgan.

O'tgan asrning 50—60-yillarida radiolokatsiya juda rivojlangan bo'lib, shu davrda yangi turdagi UYCh elektr magnit to'lqinlarni shakllantiruvchi generatorlar yaratilgan.

Locatio — lotincha so'z bo'lib, joylashish, o'rnashish ma'nosini anglatadi. Radiolokatsiya kuzatuvda hosil bo'lgan signallar radiolokatsion signallar deb ataladi. Radiolokatsion kuzatuvda ishtirok etuvchi qurilmalarga — radiolokatsion stansiyalar (RLS) yoki radiolokatorlar deyiladi. Radiolokatsiyaning ishlash prinsipi asosan Doppler chastotasiga asoslangan.

Katta, murakkab va muhim vazifalar radiolokatsion stansiyalar ishtirokida amalga oshiriladi. RLS yordamida aerofotonivelirovka, kartografiya, metrologiya masalalari, nishon yoki obyektlarning koordinatalari, burchak parametrlari, harakat tezliklari aniqlanadi hamda obyektlarni

boshqarish va ulardan axborotlarni qabul qilish masalalari yechiladi.

Hozirgi fan-texnika rivojlangan davrda radiolokatsiyasiz yashashni tassavur etib bo'lmaydi. Shu sababli, berilgan mavzu dolzarb bo'lib, o'quv qo'llanmada radiolokatsiyaga taalluqli bo'lgan asosiy nazariyalar, nishonlarning koordinatalari va harakat tezliklarini o'lchash masalalari ko'rilgan hamda doiraviy kuzatuv radiolokatsion stansiya qurilmasining strukturaviy sxemasi ishlab chiqilgan.

O'quv qo'llanma radiolokatsiya asoslari bilan ilk bor tanishib chiqishni istagan va radiotexnika asoslarining asosiy ma'lumotlari bilan tanish barcha o'quvchilar uchun mo'ljallangan.

1. RADIOLOKATSIYA HAQIDA UMUMIY TUSHUNCHALAR

1.1. Radiolokatsiyaning vazifalari va qo'llanilishi

Radiolokatsion vositalar yordamida turli masalalar yechiladi: navigatsiya, uchuvchi apparatlarning uchishini boshqarish hamda qo'ndirish, kemalarni kuzatish, ob-havo haroratini aniqlash, dushman obyektlarini kuzatish va ularni nishonga olish.

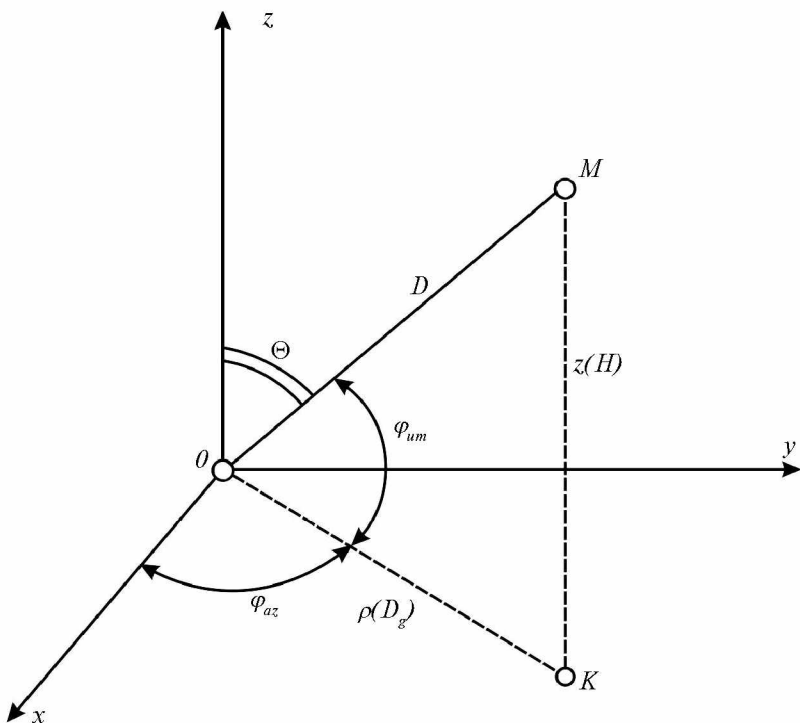
Masalalarni yechishda radiolokatsion stansiyalar quyidagilarni amalga oshiradi:

- obyektlarni topish;
- obyektlarni koordinatalarini aniqlash, o'lchash va ularni joylashuvini aniqlash;
- obyektlarning harakat parametrlarini aniqlash, ularning trayektoriyalari va keyingi harakatdagi joylashuv holatlarini oldindan aniqlash;
- obyektlarni ba'zi fizik xususiyat va xarakteristikalarini aniqlash.

Radiolokatsion vosita yordamida obyektlarning koordinatalari, sferik yoki silindrik tizim koordinatalari ishtirokida o'lchashlar amalga oshiriladi.

Ushbu tizimda RLSning joylashgan nuqtasi markaz deb qabul qilingan (1.1- rasmda 0 nuqta).

Obyektlarni kuzatish uchun mo'ljallangan sferik koordinata sistemasi quyidagilarni tashkil etadi: M — kuzatuvchi obyekt; R — radius-vektor (masofa); φ_{az} — azimut (dolgata); φ_{nsb} — qutbli oraliqni to'ldiruvchi, joyning burchagi 0 dan 90° gacha ($\varphi_{jb}=90^\circ-0$). Silindrik koor-



1.1-rasm. Radiolokatsiyada qabul qilingan koordinata sistemasi.

dinata tizimida fazoda obyektning joylashuvi z — applikasi (N balandlik) bilan aniqlanadi.

Qutbli koordinatalar φ_{az} va $R(O_2)$ gorizonttal masofa bo'lib, M nuqta (obyekt)ning xoy tekislikdagi proyeksiyasidir.

Radiolokatsion kuzatuv obyektini yoki ko'p hollarda nishon deb ataluvchi har qanday jism yoki elektr hamda magnit xususiyatlarga ega bo'lgan guruhni jismlar tashkil etadi.

Ular tarkibiga — samolyot, kema, raketalar, odam, chaqmoq, bulutlar, yerning ustki qatlami, maxsus radio-mash'allar va h.k.lar kiradi.

1.2. Nishonlarning koordinatalarini va harakat tezliklarini aniqlashda amalga oshiriladigan fizik jarayonlar

Radiolokatsion kuzatuvda, nishon haqidagi axborot, ma'lumotlar radiolokatsion signallar yordamida amalga oshiriladi.

Elektr magnit tebranishlarning parametrlari ma'lum tarzda nishon bilan bog'langan jarayonlar bo'lib, ular radiolokatsion signallar deb ataladi.

Radiolokatsion signallarni hosil qilish usullari:

- *aktiv radiolokatsiya usuli* — ushbu usul ko'p tarqalgan bo'lib, nishonga qarata elektr magnit energiya tarqatiladi va nishondan qaytgan radioto'lqinlarni RLS qurilmasi yordamida qabul qilib, tahlil qilinishiga asoslangan;

- *aktiv javob usuli* — ushbu usulda nishonga qarata elektr magnit energiya tarqatilganda, nishon energiyani qabul qiladi va undagi o'rnatilgan retranslator qurilmasi (javob beruvchi) ishga tushib, ma'lum ko'rinishdagi javob radiosignallarini qaytaradi;

- *passiv radiolokatsiya usuli* — ushbu usul nishon tarqatgan xususiy radiosignallarni qabul qilinishiga asoslangan bo'lib, jism-larning radioissiqlik to'lqinlarini tarqatishi, radiotexnik qurilmalarning xususiy tarqatayotgan to'lqinlari ularga misol bo'la oladi.

Obyektni kuzatish (aniqlash) RLS qabulqilgich qurilmasining kirishiga berilgan radiolokatsion signalni qayd etilishiga asoslangan.

Nishonlarning koordinatalarini o'lchashda radiolokatsion signallarning parametr qiymatlari nishon haqida axborot beradi. Bunda radioto'lqinlarni quyidagi fizik xususiyatlari qo'llaniladi:

- erkin fazoda radioto'lqinning tarqalish tezligi, uning qiymati taxminan doimiy bo'ladi;

- radioto'lqinning tarqalish trayektoriyasi to'g'ri chiziq bo'ladi;

- agar nishon RLSga nisbatan ma'lum yo'nalishda siljiganda (Doppler effekti), qabul qilingan elektr magnit to'lqinlar chastotasi uzatilgan to'lqinlardan farq qiladi.

RLSdan nishonga va orqaga qaytgan radioto'liqlarni tarqalish vaqti t_D :

$$t_D = \frac{2D}{c}.$$

Aktiv radiolokatsiya usuli bo'yicha nishonning masofasi:

$$D = \frac{ct_D}{2}.$$

t_D kattalikni ko'p hollarda qaytgan signalning kechikish vaqti deb ataladi.

Harakatdagi obyektning radial tezligi:

$$V_p = \frac{F_{\text{Д}} c}{2f_{\text{izl}}},$$

bu yerda, $F_D = \frac{2V_p}{c} f_{\text{izl}} = \frac{2V_p}{\lambda}$ — radiolokatsion signallarni nishondan qaytgandagi Doppler siljish chastotalari.

V_p — Doppler effektini qo'llanishga asoslangan bo'lib, u ikki ko'rinishga ega. Birinchidan, harakatdagi nishondan qaytgan elektr magnit to'liqlar chastotasi f_{qayt} uzatilgan tebranishlar chastotasidan farq qiladi f_{usa} :

$$f_{\text{otr}} = f_{\text{izl}} \left(1 \pm \frac{V_p}{c}\right).$$

Ikkinchidan, qabul qilingan, ya'ni qaytgan signallarning chastotasi quyidagicha:

$$f_{\text{pr}} = f_{\text{otr}} \left(1 \pm \frac{V_p}{c}\right);$$

$$f_{\text{pr}} \approx f_{\text{izl}} \left(1 \pm 2 \frac{V_p}{c}\right);$$

$$\frac{V_p}{c} \ll 1.$$

«+» belgi nishonning RLSga yaqinlashuvini, «-» belgi esa uzoqlashuvini anglatadi.

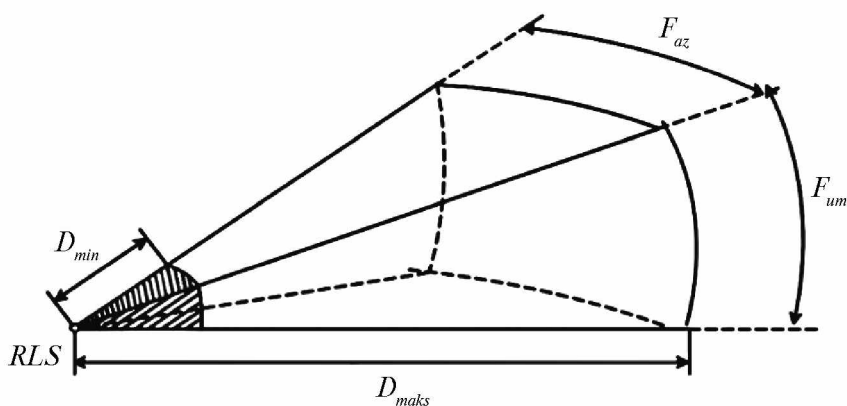
1.3. Radiolokatsion stansiyaning texnik xarakteristikalari

Yangi radiolokatsion stansiyaning (RLS) loyihalashda, apparaturaning quyidagi texnik ma'lumotlari e'tiborga olinishi kerak:

- nishonni aniqlash uchun kuzatish maydonlari;
- berilgan sohani ko'rib chiqish uchun talab etilgan vaqt yoki kuzatish davri — T_{obz} ;
- o'lchanilayotgan koordinatalar;
- nishonning koordinatasi va tezligini aniq o'lchash;
- aniqlash qobiliyati;
- xalaqitbardoshlik;
- ekspluatatsiya chidamliligi.

RLSning kuzatuv zonasi maksimal (D_{maks}) va minimal masofalar (D_{min}) bilan chegaralanadi va gorizont kuzatuv sektorini gorizont tekislikda (F_{az}), vertikal tekislikda (F_{um}) tashkil etadi (1.2-rasm).

RLSning aniqlash qobiliyati, nishonlarni ajratilgan holatida kuzatish imkoni bilan xarakterlanadi. Nishonlar bir-biridan koordinata qiymatlari yoki harakat tezliklari bilan farqlanadi.



1.2-rasm. RLSning kuzatuv zonasi.

Masofa bo'yicha aniqlash qobiliyati $\delta(D)$ — bu bir xil burchak koordinatalar va tezliklarga ega bo'lgan, ikki nishon orasidagi minimal masofani aniqlash qobiliyatidir, bunda nishonlar alohida kuzatiladi. Agar nishonlar orasidagi masofa juda yaqin bo'lsa, u holda RLS ularni bitta nishon deb qabul qiladi.

Burchak koordinatalar bo'yicha aniqlash qobiliyati $\delta(\varphi)$ — bu bir xil masofa va harakat tezligi bilan xarakterlanuvchi ikki nishonning yo'nalishi bo'yicha minimal burchak ostida aniqlash qobiliyati. Bu nishonlarni alohida kuzatish imkonini beradi.

Tezlik bo'yicha aniqlash qobiliyati $\delta(V_p)$ — bu burchak koordinatalari va masofalari teng bo'lgan alohida kuzatilayotgan ikkita nishonni minimal farq bilan tezliklarini aniqlash qobiliyati.

RLS ning ekspluatatsiya ishonchligi deb ma'lum berilgan davr mobaynida, talab etilgan funksiyalarni bajarish xususiyatiga aytiladi.

Xalaqitbardoshlik deb radiolokatsion qurilmaga xalaqitlar ta'sir etganda, uning asosiy texnik ko'rsatmalarini doimiy qolish qobiliyatiga aytiladi.

RLSning taktik ma'lumotlari quyidagi texnik xarakteristikalar yordamida aniqlanadi:

- RLSning qurilish prinsiplari (radiolokatsion signallarni hosil qilish usuli, tarqatilayotgan to'liqning turi, qabul-qilgichda signalni tahlil qilish usuli);

- tarqaluvchi to'liqning tashuvchi chastotasi f yoki to'liqin uzunligi λ ;

- tarqaluvchi to'liqning modulatsiya qonuniyati;

- o'rtacha R_{ur} va maksimal R_i tarqaluvchi quvvat;

- antenaning yo'nalish diagrammasi kengligi va θ_{az} , θ_{um} ;

- qabul qiluvchi qurilmaning quvvati bo'yicha sezgirligi ($R_{pr \ min}$) yoki energiyasi bo'yicha ($E_{pr \ min}$);

- kirish qurilmasining turi.

2. NISHONNING KOORDINATASI VA HARAKAT TEZLIGINI O'LCHASH USULLARI

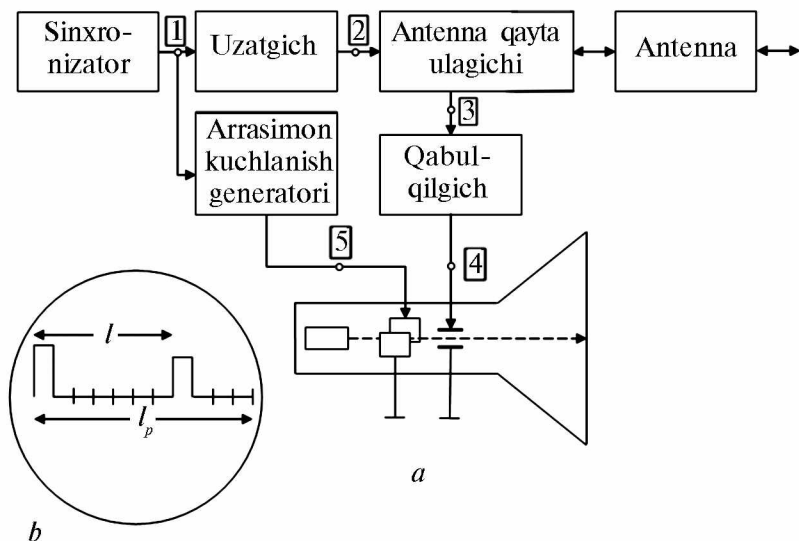
2.1. Nishonning masofalarini o'lchash usullari

Harakatdagi nishonning masofasini, signallarning parametriga asoslanib quyidagi usullar yordamida o'lchash mumkin:

- amplitudaviy usul;
- chastotaviy usul;
- fazoviy usul.

2.1.1. Amplitudaviy usul yordamida nishonning koordinatalarini aniqlash

Amplitudaviy usul yordamida obyektning masofasini o'lchashda, qabul qilinayotgan radiolokatsion signallarning



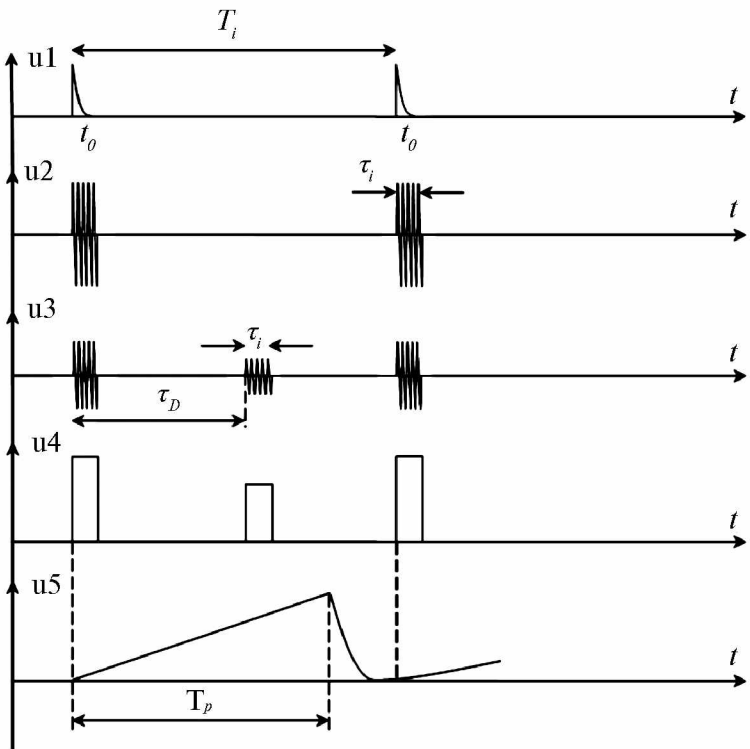
2.1-rasm. Nishonning masofasini o'lchovchi, impulsi RLS qurilmasining funksional sxemasi.

amplitudasini o'zgarishi kechikish vaqti bilan harakatlanadi. Ushbu usulda ko'p hollarda impulsli signallar uzatiladi.

Nishonning masofasini o'lchovchi RLS qurilmasini ishlash tartibini ko'rib chiqaylik (2.2-rasm). Ushbu qurilma uch qismdan iborat bo'lib: uzatuvchi, qabul qiluvchi, indikator qurilmalarini tashkil etadi. Stansiyaning uzatgich qurilmasi davomiyligi — τ_i , qaytarilish davri — T_i ga ega bo'lgan radioimpulslarni generatsiyalaydi.

Antenna qayta ulagichi radiosignalni generatsiyalash davrida, antennani uzatuvchi qurilmaga va qolgan vaqt mobaynida esa qabulqilgich qurilmasiga ulab beradi.

Obyektdan qaytgan impuls signallar t_D vaqtga kechikadi. Qabulqilgich qurilmasining kirishiga uzatilgan hamda obyekt-dan qaytgan radioimpulslar ta'sir qiladi.



2.2-rasm. Sxema nuqtalaridagi signallarning vaqt diagrammalari.

Qaytgan signallarning kechikish vaqti juda kichik qiymatga ega bo'lib, mingdan yoki milliondan bir daqiqani tashkil etadi. Oddiy soat mexanizmlari bunday kattalikni o'lchashga yaroqsizdir. Kechikish vaqtini o'lchash uchun radiolokatsiya sohasida, asosan, elektron nurli trubkalardan tashkil topgan indikator o'lchov qurilmalari qo'llaniladi. Nishondan kechikib qaytgan radioimpulslar qabulqilgich yordamida tahlil qilinib, uning natijasi indikator qurilmasida namoyish etiladi.

Indikator qurilmasining ekranida uzatilgan va qaytgan impulslarning dog'lari namoyish etilib, ular orasidagi l oraliq, aniqlanuvchi nishonning masofasiga to'g'ri proporsionaldir.

$$l = V_{II} t_D = V_{II} \frac{2D}{c},$$

bu yerda, V_D — indikator ekranidagi dog'ni harakatlanish tezligi.

Harakatdagi nishondan RLSgacha tashkil etgan masofa:

$$D = \frac{c}{2V_{II}} l.$$

Masofani o'lchovchi impulsi RLSning afzalliklari:

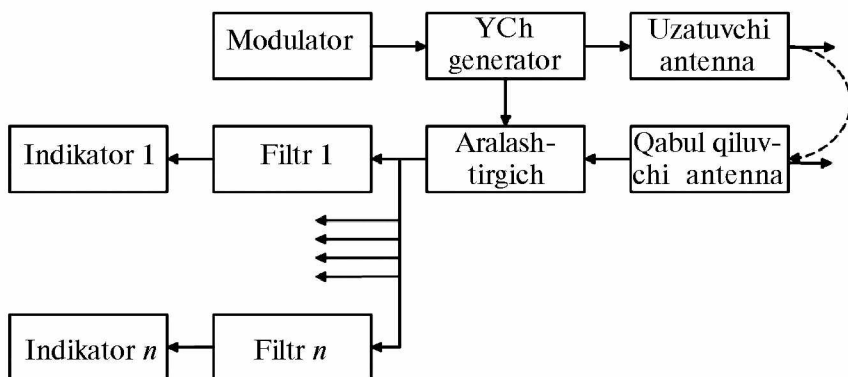
- bitta antenna ishtirokida RLS qurilmasini yaratish mumkin;
- indikator qurilmasining oddiyligi;
- bir vaqtning o'zida bir necha nishonlarning masofasini o'lchash mumkin;
- tarqatilayotgan impulslarni osongina ajratish mumkin.

Ushbu usulning kamchiliklari:

- uzatgich katta impulsi quvvatni hosil qilishi kerak;
- kichik masofadagi nishonlarni aniqlash imkoni yo'qligi.

2.1.2. Chastotaviy usul yordamida nishonning koordinatalarini aniqlash

Nishonning masofasini chastotaviy usul yordamida aniqlash, uzluksiz chastota modulatsiya signallarining uzatilishi, ya'ni tarqatilishiga asoslangan. Kechikish vaqti, uzatilgan va qaytgan signallarning chastota farqi bilan o'lchanadi.



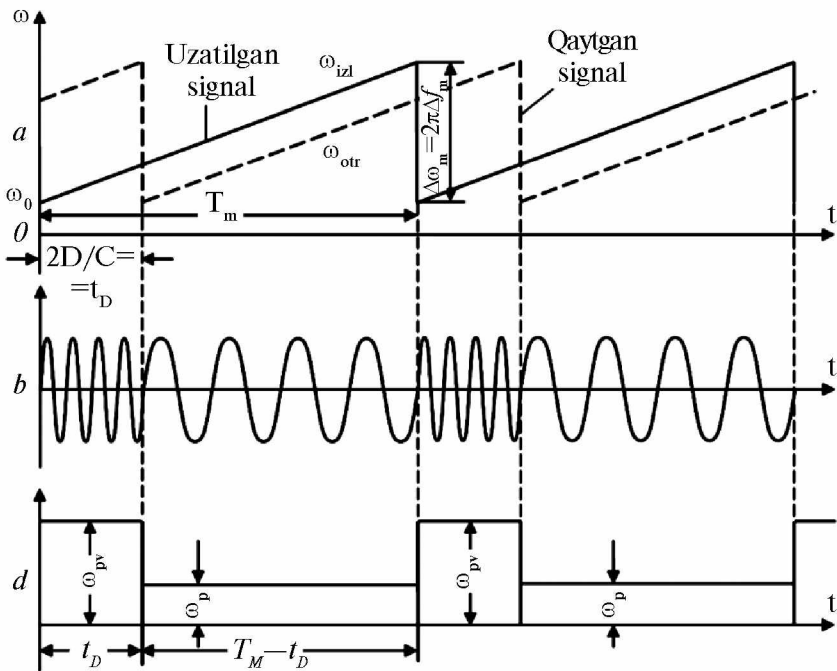
2.3-rasm. Nishonning masofasini aniqlash uchun chastota modulatsiyasi ishtirokida yaratilgan RLS qurilmasining funksional sxemasi.

Nishonning masofasini aniqlash uchun chastota modulatsiyasi ishtirokida yaratilgan RLS qurilmasining funksional sxemasi 2.3-rasmda keltirilgan bo‘lib, ushbu qurilmada yuqori chastotali generator, boshqaruvchi modulator ishtirokida talab etilgan yuqori chastotali modulatsiyalangan signalni shakllantiradi (2.4-rasmdagi uzluksiz chiziq).

Signalning chastotasi harakatsiz obyektidan qaytganda, o‘zining avvalgi o‘zgarish qonuniyatini saqlab qoladi, lekin vaqt o‘qi bo‘yicha siljib, t_d vaqtga kechikib keladi (2.4-rasm). Qaytgan to‘lqinning chastotasi shtrix chiziq bilan ko‘rsatilgan.

Uzatilgan va nishondan qaytgan signallar, qabulqilgich orqali aralashtirgich qurilmasiga beriladi. Aralashtirgichning chiqishida, ikki signal yig‘indisidan iborat bo‘lgan chastotalar farqi hosil bo‘ladi. Natijada chastotalar farqi nishonning masofasiga proporsional bo‘ladi.

Shakllangan chastotalar farqi filtr orqali indikator qurilmasiga beriladi, indikator qabul qilgan signal chastotasiga asoslanib, matematik ifodalar ishtirokida tegishli o‘zgartirishlarni amalga oshiradi va o‘zining ekranida natijalarni namoyish etadi.



2.4-rasm. Uzatilgan va qaytgan signallarning vaqt diagrammalari.

Uzatilayotgan aylana chastota ifodasi quyidagiga teng bo'lsa:

$$\omega_{izl} = \omega_0 + \frac{\Delta\omega_m}{T_M} t,$$

bu yerda, $\Delta\omega_m$ — uzatgichning chastota deviatsiyasi bo'lsa, u holda harakatsiz obyektidan qaytgan signalning chastotasi teng bo'ladi:

$$\omega_{otr} = \omega_0 + \frac{\Delta\omega_m}{T_m} (t - t_D) = \omega_0 + \frac{\Delta\omega_m}{T_m} \left(t - \frac{2D}{c} \right).$$

Aralashtirgichning chiqishida hosil bo'lgan chastotalar farqi:

$$\omega_p = \omega_{izl} - \omega_{otr} = \frac{2\Delta\omega_m}{c T_m} D = \frac{4\pi F_m \Delta f_m}{c} D.$$

Yuqoridagilardan kelib chiqqan holda, nishonning masofasini aniqlash ifodasi quyidagicha:

$$D = \frac{c \omega_p T_m}{2 \Delta \omega_m} = \frac{c f_p}{2 \Delta f_m F_m}.$$

Yuqoridagi qurilmada chastotalar farqini o'lehashda filtr va impuls hisoblagichlar ishlatiladi.

Filtrlarni qo'llashda ikki variant ishlatilishi mumkin: berilgan chastotalarga sozlangan filtrlar guruhi yoki bitta o'zgartirib rostlovchi filtr.

Ushbu qurilmaning afzalligi:

- kichik masofadagi nishonlarni masofasini aniqlash xususiyatiga egaligi;

- uzatgich kichik quvvat bilan impuls signallarni uzatadi.

Qurilmaning kamchiliklari:

- ikkita antenna qo'llanilishi talab qilinadi, bunda uzatilgan va qaytgan signallarning ajratish qurilmasini yaratish qiyinchiliklar tug'diradi;

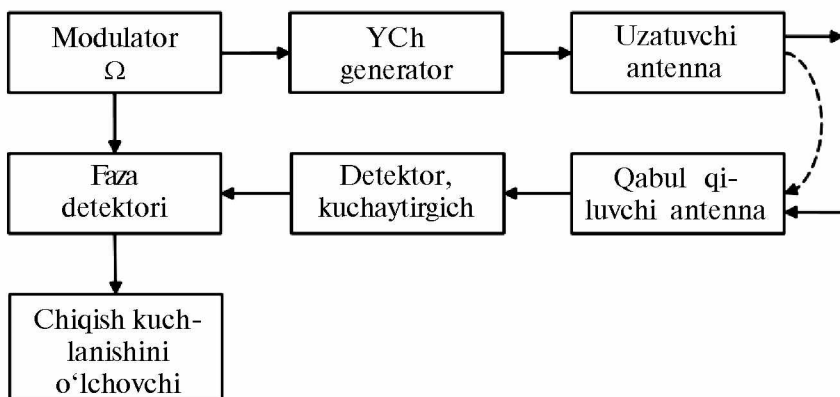
- ikkita antenna ishlatilganligi sababli qabulqilgichni sezgirligi yomonlashadi;

- chastotani chiziqli o'zgarishiga katta talab qo'yiladi.

2.1.3. Fazaviy usul yordamida nishonning koordinatalarini aniqlash

Nishonning masofasini fazaviy usul yordamida aniqlash, uzatilgan va qabul qilingan sinusoidal signallarning faza farqi bilan o'lehanadi.

Nishonning masofasini faza o'lehangichi ishtirokidagi qurilmaning funksional sxemasi 2.5-rasmda keltirilgan. Ushbu sxemada Ω past chastotali signal ishlatilib, uning ishtirokida faza siljishi o'lehanadi. Yuqori chastotali signal ω_0 informatsiyani tashish uchun xizmat qiladi.



2.5-rasm. Nishonning masofasini faza o'lchagichi ishtirokidagi qurilmasining funksional sxemasi.

Modulator sinusoidal kuchlanishga ega $U_m \cos(\Omega t + \psi_0)$ bo'lgan, amplitudasi modulatsiyalangan signalni shakllanti radi:

$$u_{gen} = U_0 [1 + m \cos(\Omega t + \psi_0)] \cos(\omega_0 t + \psi_1).$$

Modulatsiyalangan signallar fazoga tarqatiladi. Obyektdan qaytgan signallar qabulqilgichda kuchaytirilib, detektorlanadi va past chastotali signal ajratiladi, ajratilgan past chastotali signal modulatorni tebranish fazasi bilan solishtiriladi. Qabul qilingan past chastotali signalning fazasi nishonning masofasiga bog'liq bo'ladi:

$$\psi = \Omega(t - t_D) + \psi_0 + \psi_{RLS} = \Omega\left(t - \frac{2D}{c}\right) + \psi_0 + \psi_{RLS}.$$

Past chastotali tebranishlarning faza farqi $\Delta\psi = \frac{2\Omega}{c} D$ nishonning masofasini aniqlashga xizmat qiladi:

$$D = \frac{c}{2\Omega} \Delta\psi.$$

Ushbu qurilma qator afzalliklarga ega:

- signalni uzatish uchun kichik quvvat yetarli bo'ladi, ya'ni bunda so'nmaydigan tebranish shakllanishi bilan xarakterlanadi;

- amalda masofani aniq o'lchash, qaytgan signalning Doppler siljish chastotasiga deyarli bog'liq bo'lmaydi;

- o'lchovchi qurilmaning oddiyligi.

Qurilmaning kamchiliklari:

- bir vaqtning o'zida alohida ikki nishonning masofasini aniqlash imkoniga ega emas;

- uzatgich qabulqilgich yonida bo'lgani sababli, qabulqilgichning sezgirligi yomonlashadi;

- signallarni ajratish qurilmasini yaratish texnik qiyinchiliklarni tug'diradi.

2.2. Nishonning burchak koordinatalarini o'lchash usullari

Nishonlarni burchak koordinatalarini aniqlashda, burchak o'lchovi yoki pelengatsion radiolokatsion qurilmalar ishlatiladi.

Burchak o'lchovli qurilmalar, asosan, antenna sistemasini, signallarni tahlil qilish uchun qabulqilgich va radiolokatsion signallarni o'lchovchi qurilmalardan iborat bo'ladi. Burchak o'lchovli qurilmalarning asosiy xarakteristikalaridan biri pelengatsion xarakteristika bo'lib, u qabulqilgich chiqishidagi kuchlanishni kelayotgan to'lqinning yo'nalishiga bog'liqligini ko'rsatadi $v_{\text{chiq}}(\varphi)$.

Signalning turli parametrlariga asoslanib, nishonning burchak koordinatalarini amplitudaviy, chastotaviy va fazoviy usullari yordamida o'lchash mumkin.

2.2.1. Amplitudaviy usul yordamida nishonning burchak koordinatalarini aniqlash

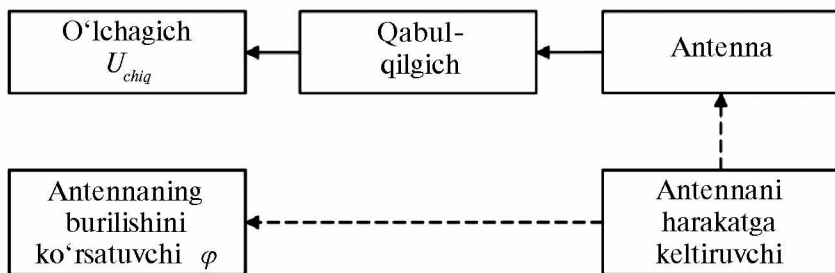
Hozirgi davrda ma'lum va qo'llaniladigan amplitudaviy usullar quyidagilarni tashkil etadi: maksimum bo'yicha, minimum bo'yicha, taqqoslash, teng signalli.

Maksimum usuli bo'yicha pelengatsiyada, RLS antenasi asta-sekin ma'lum bir burchak ostida harakatini o'zgartiradi va berilgan vaqt davomida nishondan tarqalayotgan signallarni qabul qiladi. Qabulqilgich qurilmasining chiqishida signal amplitudasi maksimal qiymatga erishganda, nishonning burchak koordinatasi to'g'ri va sifatli aniqlanadi.

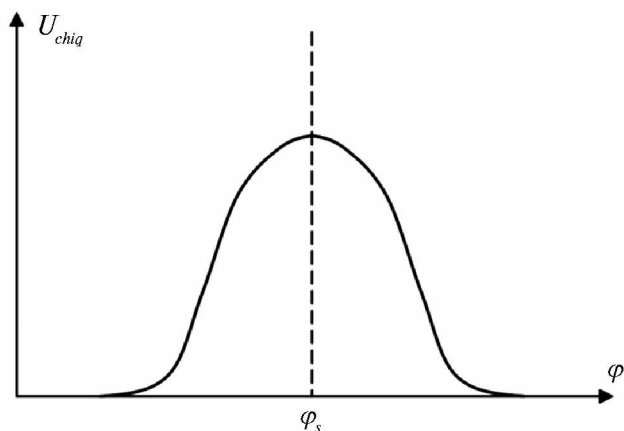
Nishonning burchak koordinatasini o'lchovchi qurilmaning funksional sxemasi 2.6-rasmda keltirilgan.

2.7-rasmda maksimum qiymat bo'yicha burchak koordinatani o'lchovchi qurilmaning pelengatsion xarakteristikasi keltirilgan. Agar nishon antenaning yo'nalish diagrammasi sektoriga mos kelsa, u holda qabulqilgich nishondan kelgan signallarni qabul qila boshlaydi. Signalning amplitudasi antenani qaysi burchak ostida joylashganligiga bog'liq bo'ladi.

Antenna harakatlanganda qabulqilgich chiqishidagi kuchlanish antenaning yo'nalish diagrammasi shaklini aks ettiradi:



2.6-rasm. Nishonning burchak koordinatasini o'lchovchi qurilmaning funksional sxemasi.



2.7-rasm. Maksimum qiymat bo'yicha burchak koordinatani o'lchovchi qurilmaning pelengatsion xarakteristikasi.

$$U_{chiq}(\varphi) = kF(\varphi),$$

bu yerda, k — proporsionallik koeffitsiyenti.

Bu burchak koordinatasini o'lchovchi qurilmaning pelengatsion xarakteristikasi.

Antenna o'qi bilan nishonning yo'nalishi bir-biriga bir chiziqda mos kelsa, qabulqilgichdagi chiqish kuchlanishining qiymati maksimumga erishadi, ya'ni nishon pelengi amalga oshgan bo'ladi.

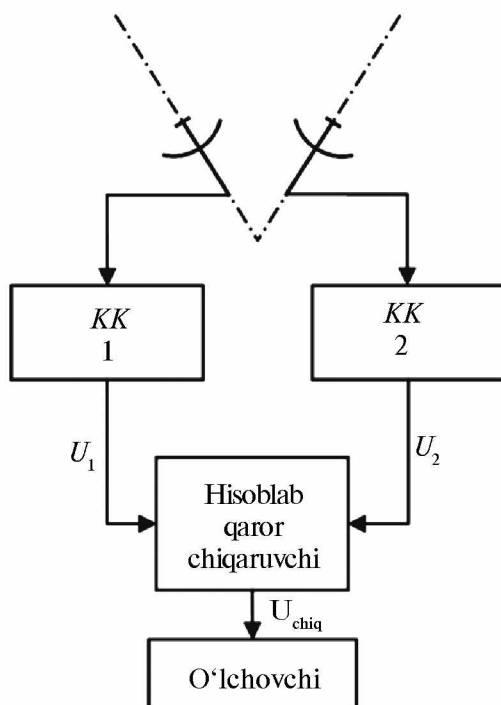
Ushbu usulning afzalligi:

- berilgan qurilma o'z ichiga minimum texnik bloklarni oladi;
- nishonning burchak koordinatasi aniq va sifatli o'lchanadi.

Taqqoslash usuli bo'yicha nishonning burchak koordinatasini aniqlash.

Ushbu usul nishondan tarqatilgan signallarni bir vaqtning o'zida ikkita antenna yordamida amplituda farqini taqqoslashga, ya'ni solishtirishga asoslangan.

2.8-rasmda taqqoslash usuli qo'llanilgan pelengator qurilmasining funksional sxemasi keltirilgan.



2.8-rasm. Taqqoslash usuli qo'llanilgan pelengator qurilmasining funksional sxemasi.

2.9-rasmdagi grafikda antenna qurilmasining, yo'nalish diagrammasining fazodagi joylashuvi ko'rsatilgan.

Qabulqilgichlarning chiqishidagi signal amplitudalari, modullar vektoriga proporsional bo'lib, $\bar{F}_1(\varphi_s)$ va $\bar{F}_2(\varphi_s)$, quyidagicha ifodalanadi:

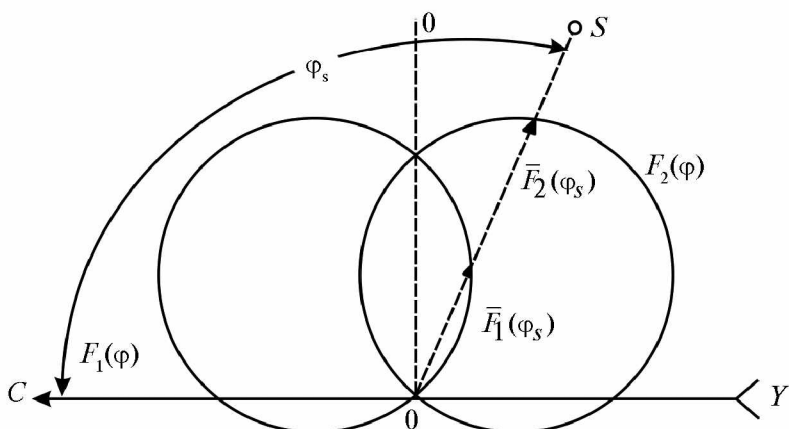
$$U_1 = k_1 F_1(\varphi_s) \text{ va } U_2 = k_2 F_2(\varphi_s).$$

Qaror chiqaruvchi qurilmaning chiqishidagi kuchlanish:

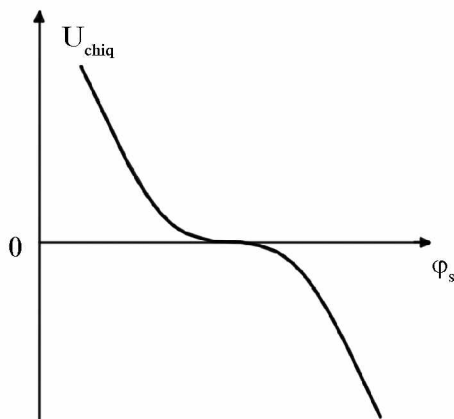
$$U_{chiq}(\varphi) = k_1 F_1(\varphi_s) - k_2 F_2(\varphi_s).$$

Yoki birinchi signal ikkinchisiga teng bo'linadi:

$$U_{chiq}(\varphi) = \frac{k_1 F_1(\varphi_s)}{k_2 F_2(\varphi_s)}.$$



2.9-rasm. Grafikda antenna qurilmasining yoʻnalish diagrammasini fazodagi joylashuvi xarakterlangan.

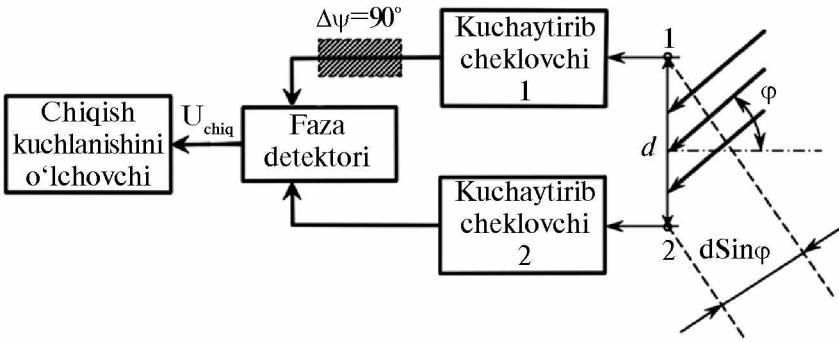


2.10-rasm. Taqqoslash usulidagi pelengatsion xarakteristika.

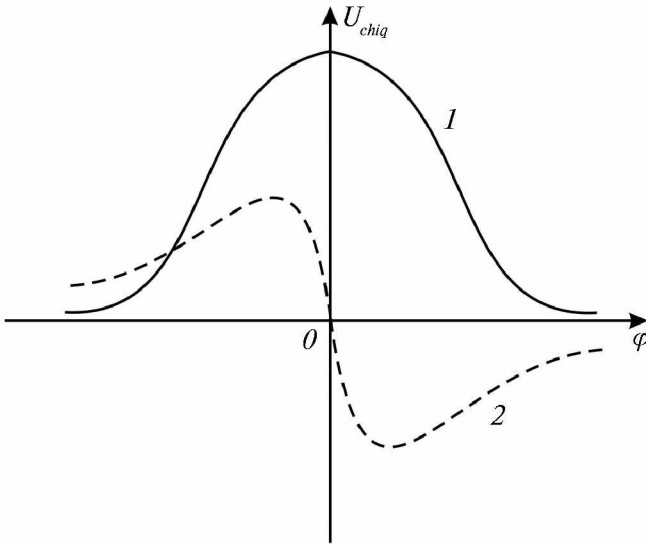
2.2.2. Fazaviy usul yordamida nishonning burchak koordinatalarini aniqlash

Ushbu usul har xil antennalar yordamida elektr magnit toʻlqinlar qabul qilinganda, ular orasidagi fazalar farqini oʻlchanishiga asoslangan.

2.11-rasmda faza oʻlchagichi ishtirokida burchak koordinatasini aniqlovchi qurilmaning funksional sxemasi keltirilgan.



2.11-rasm. Faza o'lchagichi ishtirokida burchak koordinatasini aniqlovchi qurilmaning funksional sxemasi.



2.12-rasm. Faza pelengatorining pelengatsion xarakteristikasi.

Sxemadagi 1 va 2 nuqtalarda qabul qiluvchi antennalar joylashgan bo'lib, ular orasidagi masofa d ga tengdir.

Antenna orqali qabul qilingan signallar kuchaytiriladi, cheklanadi, so'ng faza detektor qurilmasiga beriladi. Faza detektorining chiqishidagi kuchlanish faqat tebranishlarning faza farqini aniqlaydi:

$$U_{chiq} = k \cos \Delta \psi .$$

Antennadagi yuqori chastotali tebranishning faza farqi quyidagicha:

$$\Delta \psi = \frac{2\pi d}{\lambda} \sin \varphi .$$

Agar φ juda kichik qiymatga erishsa, sinus taxminan teng desa bo'ladi — $\sin \varphi \approx \varphi$, unda:

$$\Delta \psi = \frac{2\pi d}{\lambda} \varphi .$$

Yuqoridagi ifodani inobatga olgan holda pelengatsion xarakteristika quyidagicha ifodalanadi:

$$U_{chiq}(\varphi) = k \cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda} \varphi\right).$$

2.3. Nishonning radial tezliklarini o'lchash

Radial tezlikni o'lchash, nishondan qaytgan signalning Doppler siljish chastotasini aniqlanishiga asoslangan.

Doppler chastotasini o'lchashga mo'ljallangan oddiy stansiyaning sxemasi 2.13-rasmda keltirilgan.

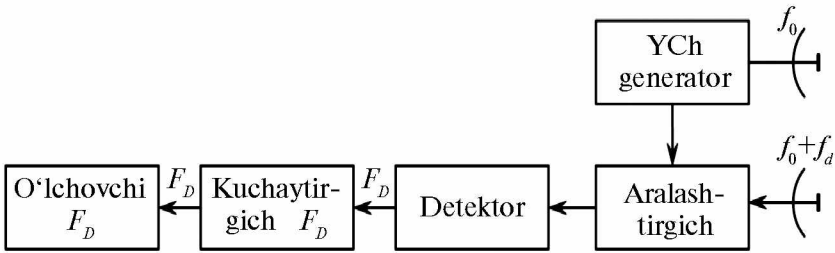
Yuqori chastotali generator (f_0) so'nmaydigan tebranishni fazoga tarqatadi.

Harakatdagi obyektдан qaytgan chastota, chastotadan Doppler siljishiga farq qiladi — F_D , bunda qaytgan signalni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$u_c = A_c \cos[2\pi(f_0 + F_D)t + \psi_c] .$$

Qabul qilingan signal, generator signali bilan aralashtiriladi. Aralashtirgich chiqishida Doppler chastotasiga ega tebranish hosil bo'ladi.

Ushbu tebranish detektor yordamida detektorlanib, chastota kuchaytiriladi, so'ng chastota o'lchagichiga beriladi. Natijada nishonning radial tezligi quyidagicha ifodalanadi:



2.13-rasm. Doppler chastotasini o'lchashga mo'ljallangan oddiy stansiyaning sxemasi.

$$V_p = \frac{F_D \lambda}{2}.$$

Ushbu usulning afzalligi:

- stansiyaning oddiyligi;
- talab etilgan aniqlikda radial tezlik o'lanadi.

Usulning kamchiliklari:

- yuqori chastotali generator qisqa vaqt davomida signal chastotasining stabilligini ta'minlaydi;
- generatorning ish faoliyatiga har qanday parazit modulatsiyalar salbiy ta'sir ko'rsatadi.

3. DOIRAVIY KUZATUV RADIOLOKATSION STANSIYASINI ISHLAB CHIQISH

3.1. Doiraviy kuzatuv radiolokatsion stansiyasining umumiy strukturaviy sxemasini ishlab chiqish

Ushbu radiolokatsion stansiya yordamida nishonlarning koordinatalarini, burchak koordinatalarini va harakat tezliklarini aniqlab o'lash mumkin. Berilgan stansiyaning umumiy texnik xarakteristikalari keyingi bandlarda keltirilgan bo'lib, stansiya efirga, ya'ni fazoga impulsli elektr magnit to'lqinlarni uzatadi.

Stansiya 360° burchak yordamida, obyektlarni kuzatish imkonini beradi. Obyektlarni kuzatish Doppler samarasiga asoslangan bo'lib, oldingi bandlarda keltirilganidek, matematik ifodalardan foydalangan holda radiolokatsion signallarni tahlil qilish imkonini beradi.

Berilgan radiolokatsion stansiya to'rt qismdan iborat bo'lib, quyidagilardan tashkil topadi:

- uzatgich qurilmasi;
- qabulqilgich qurilmasi;
- antenna sistemasi;
- indikator qurilmasi.

Stansiyaning uzatgich qismidagi impulsli modulator, impuls modulatsiya signallarini shakllantiradi. Shakllangan impulslar o'ta yuqori chastota generatorini boshqaradi. Generator, o'z navbatida, fazodagi nishon tomonga qarata ketma-ket yuqori chastota impulslarini uzatadi.

Sinxronizator qurilmasi, ushbu sistemadagi asosiy bloklarni sinxronizatsiyalab, ularni bir me'yorda ishlashini ta'minlaydi.

Qurilmadagi antenna sistemasi, antennani berilgan bur-chak tezlik va yo'nalish ostida harakat qilish imkonini beradi hamda impulslar uzatilayotgan davrda antennani uzatgich chiqishiga, qolgan vaqtda esa qabulqilgich chiqishiga avto-matik, sinxron ravishda ulab beradi.

Qabul qilgich qurilmasining kirishiga, odatda, ikki signal ta'sir qiladi, ular uzatilgan va nishondan qaytgan signallar bo'lib, bir-biridan kechikish vaqti bilan farq qiladi. Qabul-qilgichda, qabul qilingan signallar tahlil qilinib, keyingi indikator qurilmasiga signallarni uzatadi. Indikator quril-masining asosiy qismini elektron nurli trubka tashkil etadi. Qurilma, hisoblab topilgan qiymatlarni, ya'ni natijalarni o'zining ekranida namoyish etadi.

3.2. Doiraviy kuzatuv radiolokatsion stansiyasining texnik xarakteristikalarini hisoblash

Quyidagi parametrlarni hisoblash talab qilinadi:

1. Radioto'lqin energiyasining yutilishini hisobga olingan holatida, maksimal masofani hisoblash.
2. Masofa va azimut bo'yicha radiolokatsion stansiyaning real aniqlash xususiyatini hisoblash.
3. Masofa va azimutni real aniqlikda o'lchash jarayonini hisoblash.

Oldindan berilgan ma'lumotlar:

To'lqin uzunligi λ , [sm].....	8
1. Impuls quvvati R_p , [kVt].....	700
2. Impulslarning davomiyligi τ_i , [mks].....	2,8
3. Impulslar ketma-ketligi chastotasi F_p , [Gs].....	700
4. Antenna oynasining gorizontal o'lchami d_{ag} , [m].....	7
5. Antenna oynasining vertikal o'lchami d_{ay} , [m].....	2,5
6. Kuzatuv davri T_{obz} , [s].....	5

7. Qabulqilgichning shovqin koeffitsiyenti, k_{sh}	5
8. To'g'ri qabul qilish ehtimolligi, W_{po}	0,99
9. Yolg'on qabul qilish ehtimolligi, W_{lr}	10^{-5}
10. Doiraviy kuzatuv indikator ekranining o'lchami d_e , [mm].....	400
11. Nishonning effektiv qaytarish yuzasi S_{efo} , [m ²].....	30
12. Foksirovka sifati, Q_f	400

3.2.1. Radioto'lqin energiyasining yutilishini hisobga olingan holatida maksimal masofani hisoblash

Avval RLS yordamida masofani maksimal o'lchash imkonini quyidagi formula yordamida hisoblaymiz:

$$D_{izl} = 4 \sqrt{\frac{E_{izl} S_a^2 S_{efo}}{4\pi\lambda^2 k_p E_{sh}}}, \quad (3.1)$$

bu yerda, E_{izl} — bitta impuls uzatilgandagi energiya.

$$E_{izl} = R_i \tau_i = 700 \cdot 10^3 \cdot 2,8 \cdot 10^{-6} = 1,96 \text{ Dj},$$

bu yerda, S_a — antennaning effektiv yuzasi.

$$S_a = \frac{1}{2} d_{ag} d_{av} = \frac{1}{2} \cdot 7 \cdot 2,5 = 8,75 \text{ m}^2,$$

bu yerda, S_{efo} — nishonning effektiv qaytarish yuzasi; λ — to'lqin uzunlik; k_r — farqlash koeffitsiyenti (qabulqilgichning kirishida signalni shovqinga bo'lgan nisbati, s/sh).

$$k_r = k_{r.m.} \prod_1^N a_1,$$

bu yerda, $k_{r.m.}$ — nazariy farqlash koeffitsiyenti;

q_0 — aniqlash parametri.

$$q_0 = 2 \left(\frac{\lg(1/W_{lm})}{\lg(1/W_{po})} - 1 \right) = 2 \left(\frac{\lg(1/10^{-5})}{\lg(1/0,8)} - 1 \right) = 101,2,$$

bu yerda, N — nishondan qabul qilingan impulslar soni.

$$N = t_{obl} F_i$$
$$t_{obl} = \frac{Q_{a0,5}}{\omega_a},$$

bu yerda, F_i — impulslar ketma-ketligining chastotasi;

$Q_{a0,5}$ — 0,5 sathli quvvatda, antennani yoʻnalish diagrammasining eni.

$$Q_{a0,5} = 65 \frac{\lambda}{d_{ag}} = 65 \frac{0,08}{7} = 0,74 \text{ grad},$$

bu yerda, ω_a — burchak tezlikda antennaning aylanishi.

$$\omega_a = \frac{360}{T_{abz}} = \frac{360}{5} = 72 \text{ grad/s};$$

$$t_{obl} = 0,01 \text{ s}, N = 7 \text{ impulslar soni va } k_{r.t.} = 7,2.$$

$$\text{Agar } \prod_1^N a_i = 10 \text{ bo'lsa, unda } k_r = 72,$$

bu yerda, E_{sh} — qabul qilishga taʼsir etuvchi shovqinning energiyasi.

$$E_{sh} = k k_{sh} T,$$

bu yerda, T — Kelvin gradusida qabulqilgichning harorati (qabul qilamiz $T = 300\text{K}$);

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Dj/grad} — \text{Bolsman doimiysi};$$

bu yerda, k_{sh} — qabulqilgichning shovqin koeffitsiyenti.

$$E_{sh} = k k_{sh} T = 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 5 \cdot 300 = 2,07 \cdot 10^{-20} \text{ Dj}.$$

Maksimal masofa quyidagiga teng boʻladi:

$$D_{maks} = 4 \sqrt{\frac{E_{izl} S_a^2 S_{efo}}{4\pi\lambda^2 k_r E_{sh}}} = 4 \sqrt{\frac{1,96 \cdot 8,75^2 \cdot 30}{4 \cdot 3,14 \cdot 0,08^2 \cdot 72 \cdot 2,07 \cdot 10^{-20}}} = 440,3 \text{ km}.$$

Endi, radiotoʻlqin energiyasining yutilishi inobatga olingan holda maksimal masofani hisoblaymiz:

$$D_{maks.osl} = D_{maks} e^{-0,115\delta_{osl}\Delta D}, \quad (3.2)$$

bu yerda, δ_{osl} — bo'shatish koeffitsiyentiga, ΔD — bo'shatish qatlamining eni. $\lambda = 8$ sm uchun δ_{osl} ni 0,01 dB/km. ga teng deb olib, maksimal masofani topamiz:

$$D_{maks.osl} = D_{maks} e^{-0,115\delta_{osl}D_{maks.asl}}. \quad (3)$$

(3.3) tenglamani grafik usuli yordamida yechamiz va $\delta_{osl} = 0,01$ dB/km uchun:

$$D_{maks} = 440,3 \text{ km}, \quad D_{maks.osl} = 309 \text{ km}.$$

3.2.2. Masofa va azimut bo'yicha radiolokatsion stansiyaning real aniqlash qobiliyatini hisoblash

Masofaning real aniqlash qobiliyatini aniqlaymiz:

$$\delta(D) = \delta(D)_{pot} + \delta(D)_{ind},$$

bu yerda, $\delta(D)_{pot}$ — masofa bo'yicha, potensial aniqlash qobiliyati:

$$\delta(D)_{pot} = \frac{c\tau_i}{2} = \frac{3 \cdot 10^8 \cdot 2,8 \cdot 10^{-6}}{2} = 0,42 \text{ km}.$$

$\delta(D)_{ind}$ — masofa bo'yicha, indikatorning aniqlash qobiliyati quyidagicha hisoblanadi:

$$\delta(D)_{ind} = \frac{D_{shk}}{k_e Q_f},$$

bu yerda, D_{shk} — masofa shkalasining chegara qiymati;

$k_e = 0,4$ — ekranning ishlatilish koeffitsiyenti;

Q_f — trubkaning fokusirovka sifati;

$D_{shk1} = 50$ km uchun $\delta(D)_{ind1} = 0,31$ km;

$D_{shk2} = 400$ km uchun $\delta(D)_{ind2} = 2,50$ km.

Masofa bo'yicha RLSning real aniqlash qobiliyati:

$$D_{shk1} = 50 \text{ km uchun}$$

$$\delta(D)_1 = \delta(D)_{pot} + \delta(D)_{ind1} = 0,42 + 0,31 = 0,73 \text{ km};$$

$$D_{shk2} = 400 \text{ km uchun}$$

$$\delta(D)_2 = \delta(D)_{pot} + \delta(D)_{ind2} = 0,42 + 2,50 = 2,92 \text{ km.}$$

Azimut bo'yicha, real aniqlash qobiliyatini quyidagi formula bo'yicha hisoblaymiz:

$$\delta(\varphi_{az}) = \delta(\varphi_{az})_{pot} + \delta(\varphi_{az})_{ind},$$

$\delta(\varphi_{az})_{pot}$ — yo'nalish diagrammasini approksimatsiyalashda, azimut bo'yicha, potensial aniqlash qobiliyati;

$$\delta(\varphi_{az})_{pot} = 1,3 \cdot Q_{a0,5} = 0,962 \text{ grad}$$

$\delta(\varphi_{az})_{ind}$ — azimut bo'yicha indikatorning aniqlash qobiliyati;

$$\delta(\varphi_{az})_{ind} = d_n M_f,$$

bu yerda, d_n — ekrandagi dog'ning diametri;

$$M_f = 360 / 2\pi r \text{ — shkalaning masshtabi;}$$

r — ekranning markazidan ma'lum nuqttagacha bo'lgan masofa.

$r = k_e d_e / 2$ deb qabul qilib, olamiz:

$$\delta(\varphi_{az})_{ind} = \frac{d_n \cdot 360 \cdot 2}{2 \cdot \pi \cdot d_e \cdot k_e} = \frac{360}{\pi \cdot Q_f \cdot k_e} = \frac{360}{3,14 \cdot 400 \cdot 0,4} = 0,717 \text{ grad.}$$

Azimut bo'yicha real aniqlash qobiliyati quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$\delta(\varphi_{az}) = 0,962 + 0,717 = 1,679 \text{ grad.}$$

3.2.3. Masofa va azimutni real aniqlikda o'lchash jarayonini hisoblash

Aniqlik, xato o'lchash bilan xarakterlanadi. Masofani o'lchashda, o'rtacha kvadratik xatolikni quyidagi formula yordamida hisoblaymiz:

$$\sigma(D) = \sqrt{\sigma^2(D)_{pot} + \sigma^2(D)_{raspr} + \sum \sigma^2(D)_{ann}},$$

bu yerda, $\delta(D)_{pot}$ — masofani o‘lchashda potensial xatolik.

$$\sigma(D)_{pot} = \frac{c \cdot \tau_i}{2\sqrt{\pi \cdot q_0}},$$

bu yerda, q_0 — signal/showqinning ikkilangan nisbati.

$$\begin{aligned} q_0 &= 2 \left(\sqrt{\ln \frac{1}{W_{lt}} - 1,4} + \sqrt{\ln \frac{1}{1 - W_{po}} - 1,4} \right)^2 = \\ &= 2 \left(\sqrt{\ln \frac{1}{10^{-5}} - 1,4} + \sqrt{\ln \frac{1}{1 - 0,8} - 1,4} \right)^2 = 26,47, \end{aligned}$$

$$\sigma(D)_{pot} = 0,046 \text{ km};$$

$$\sigma(D)_{ind} = 0,1\Delta D = 1,5 \text{ km, bu yerda, } \Delta D \text{ — shkala qiymati};$$

$$\sigma(D) = 1,5 \text{ km.}$$

Azimetni o‘lchashda, natijaviy o‘rtacha kvadratik xatolikni quyidagi ifodalar yordamida hisoblab topamiz:

$$\sigma(\varphi_{az})_{pot} = \frac{Q_{a0,5}}{2\sqrt{\pi \cdot q_0}} = \frac{0,74}{2\sqrt{3,14 \cdot 26,47}} = 0,04,$$

$$\sigma(\varphi_{az})_{ind} = 0,1\Delta\varphi = 0,4;$$

$$\sigma(\varphi_{az}) = 0,4.$$

4. OBYEKTNING MASOFASI VA YO'NALISHINI AVTOMATIK KUZATISH PRINSIPLARI

Obyektni kuzatish — unga tegishli bo'lgan koordinatalarni uzluksiz kuzatishdan iboratdir.

Obyektni kuzatish quyidagilarga bo'linadi:

- qo'l bilan kuzatish;
- yarimavtomatik;
- avtomatik.

Qo'l bilan kuzatishda operator masofa shturvalini qaytgan signal belgisini ko'rish chizig'iga surib buradi.

Yarimavtomatik kuzatishda, operator tomonidan belgilangan tezlik ostida motorni ishga tushirib, masofa shturvali buriladi.

Ko'rish chizig'i, qaytgan signalning belgisini moslashtirishda, operator motorni harakat tezligiga sozlaydi.

Avtomatik kuzatishda operator obyektni tanlaydi va bir marotaba masofa shturvalini harakatlantirib, qaytgan signal belgisini ko'rish chizig'iga mosligini to'g'rilaydi. Shundan so'ng, ko'rish chizig'i yordamida obyektдан qaytgan signalni avtomatik ravishda kuzatadi.

Qo'l bilan kuzatish usulining afzalligi shundan iboratki, bunda operator shovqinlar fonida juda kuchsiz signallarni farqlash imkoniyatiga ega bo'ladi va ongli ravishda kuzatuv obyekti tanlanadi.

Ushbu usulning kamchiligi — operatorning sezish qobiliyatini sekinligi hamda masofa shturvalini katta tezlikda harakatlantirganda, masofani aniqlashda xatoliklarga erishishi.

Avtomatik usul yordamida obyektni kuzatishda quyidagi afzalliklarga erishiladi: ish rejimini o'rnatish tezkorligi oshadi va obyektni koordinatalarini yuqori aniqlikda kuzatiladi.

4.1. Obyektning masofasi bo'yicha kuzatish

4.1-rasmda obyektning masofasini avtomatik kuzatish tizimini strukturaviy sxemasi keltirilgan.

Berilgan qurilma yordamida qidirilayotgan obyekt payqalganidan so'ng, kuzatuv sxemasini chiqishida, kuzatilayotgan obyektning masofasiga to'g'ri proporsional ko'rinishga ega kuchlanish hosil bo'ladi.

Ushbu kuchlanish ta'siri ostida kechiktiruv impuls generatorining ish rejimi o'rnatiladi.

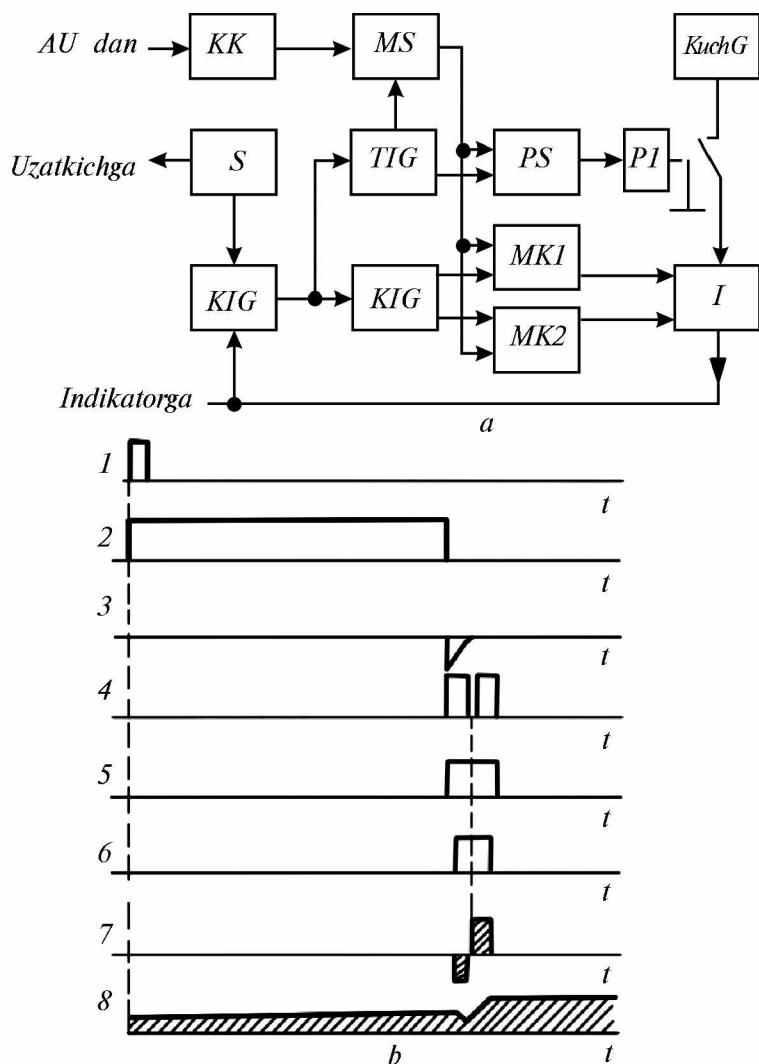
Sinxronizatsiya impulsi ta'sirida kechiktiruvchi impuls generatori ishga tushib, kechiktiruv impulslarini hosil qiladi (2). Ushbu impulsning kengligi masofani kuchlanishiga proporsional bo'ladi (8).

Kechiktiruv impulsini differensiallash natijasida keti o'tkir uchli ko'rinishga ega impuls shakllanadi.

Kuzatuv impulslari generatori, ikki to'g'ri burchakli (impuls kengligi 0,5—0,6 ga teng bo'lgan) yonma-yon impulslarni hosil qiladi. Ushbu kuzatuv impulslari, ikki mos tushish kaskadlarini *MK1*, *MK2* boshqaradi (7). 7-grafikda keltirilgan musbat impuls *MTK1* va manfiy impulslar *MTK2*larning ish faoliyatini ko'rsatadi. Mos tushish kaskadlarining chiqishiga integrator qurilmasi ulangan bo'lib, u birinchi *MK1*ni zaryadlasa, ikkinchisi *MTK2*ni zaryadlaydi. Natijada kechiktiruv impuls generatorining ish faoliyati rejimi o'zgaradi.

Obyektning masofasi RLSga yaqinlashishi bilan kuzatuv impulsini kechikishi avtomatik ravishda kamayadi va unga proporsional ravishda integratorning chiqishida xato impuls kamayadi. Integratorning chiqishidagi kuchlanish, indikator qurilmasiga uzatiladi va indikatorida kirish kuchlanishiga mos keluvchi masofa qayd etiladi.

Obyektning avtomatik kuzatuv tizimi zanjiriga ajratish va obyektning qidirish sxemalari kiritiladi. Impuls signallar generatorini (*ISG*) kirishiga, keti o'tkir qirrali signal (3) berilgan-



4.1-rasm. Obyekt masofasini avtomatik kuzatish tizimining strukturaviy sxemasi.

da, uning chiqishida ajratish impulslari hosil bo'ladi (5). Obyektni avtomatik kuzatishda, kuzatuv impulslari bilan tanlov impulslari birgalikda siljib, yopiq masofani tanlash sxemasini ochib, obyektni masofasiga mos keluvchi impulslarni o'tkazib beradi.

Obyektни payqamasdan oldin mos tushish kaskadi chiqishida kuchlanish bo‘lmaydi. Shu davrda integratorni kirishiga qidiruv kuchlanish generatoridan arrasimon kuchlanish beriladi. Buning natijasida kuzatuv va tanlov impulslari davriy ravishda masofani uzayishi va kamayishi yo‘nalishi bo‘yicha siljiydi.

Tanlov impulsi bilan obyektни impulsi mos kelganda, rele sxemasi (*RS*) ishga tushib, qidiruv kuchlanish generatorini integratordan uzadi. Natijada tizim avtomatik kuzatuv rejimiga o‘tadi.

Obyekt masofasining avtomatik kuzatish tizimi, integrator qurilmasi ishtirokida masofa bo‘yicha xotira xususiyatiga ega bo‘lib, har qanday sababga ko‘ra, impulslar yo‘qolib qolgan vaziyatda, boshqaruv kuchlanishi o‘z holatini saqlab, obyektни kuzatishni ta‘minlaydi.

4.2. Obyektни yo‘nalishi bo‘yicha kuzatish

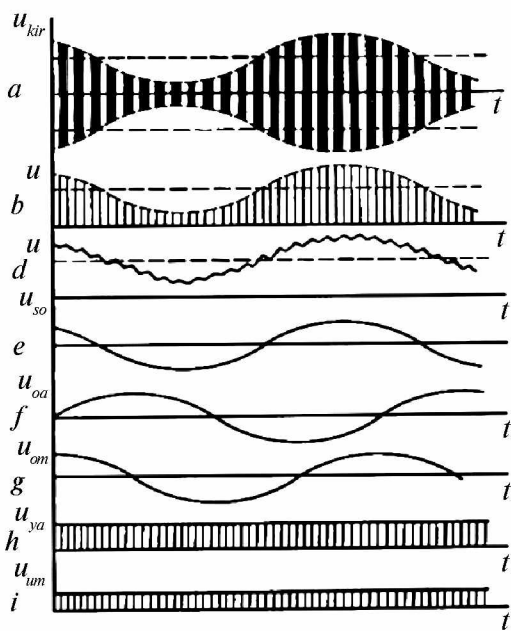
Operator qo‘l yordamida obyektни yo‘nalishi bo‘yicha kuzatishi mumkin. Bunda barcha signallar ichidan obyektga tegishli bo‘lgan signal ajratilib kuzatiladi.

Operator inersion bo‘lganligi sababli, qo‘l bilan kuzatish kichik aniqlikni tashkil etadi.

Obyektни yo‘nalishi bo‘yicha avtomatik kuzatishda, antenna nuri yordamida konik skanerlash uslubi qo‘llaniladi.

Qaytgan impulslarni ustki egiluvchisi xato signal hisoblanadi. Impulslar egiluvchisini boshlang‘ich fazalari, azimut va joyni burchagi bo‘yicha teng signallar yo‘nalishidan, obyektни qanchalik og‘ganligiga bog‘liqdir. Obyektни avtomatik kuzatish tizimidagi antenna o‘qi avtomatik ravishda signalning xatoligini bartaraf etmaguncha buriladi.

4.2-rasmda obyektни yo‘nalishi bo‘yicha avtomatik kuzatish tizimining ish tartibini ko‘rsatuvchi vaqt diagrammalari va uning strukturaviy sxemasi keltirilgan. Qabulqilgichni chiqishidagi videoimpuls, impuls detektoriga beriladi (4.2-rasm, *a*).



4.2-rasm. Obyektni yo'nalishi bo'yicha avtomatik kuzatish tizimining ish tartibini ko'rsatuvchi vaqt diagrammalari va uning strukturaviy sxemasi.

Detektor qurilmasining chiqishida radioimpuls egiluvchisiga yaqin shakldagi pulsatsiya kuchlanishi hosil bo'ladi (4.2-rasm, b). Ushbu kuchlanish rezonans chastotaga sozlangan bo'lib, u

kuchaytirgich yordamida kuchaytirilib, azimut va joyni burchagi kanallari orqali faza detektorlariga sinusoidal xato signal-larni uzatadi (4.2-rasm, *d*).

Faza detektorlarini ikkinchi kirishlariga tayanch kuchlanish generatoridan tayanch kuchlanishi beriladi. Tayanch sinusoidal kuchlanishlar azimut va joyning burchagi bo'yicha 90° ga siljib joylashgan.

Faza detektorlarini chiqishida xato signal va tayanch kuchlanishlarining faza siljishlariga proporsional bo'lgan doimiy kuchlanishlar hosil bo'ladi (4.2-rasm, *h*, *i*).

Faza detektorlarining chiqishidagi kuchlanishlar, azimut va joyning burchagi kanallaridagi doimiy tok kuchaytirgichlarga beriladi.

Doimiy tok kuchaytirgichlarini chiqishidagi signallar, o'z navbatida, ularga mos keluvchi elektromashina kuchaytirgichlariga (EMI) uzatiladi. Antennani elektrodvigateli EMIdan manba olib, obyektни yo'nalishiga mos ravishda, antennani azimut va joyni burchaklari bo'yicha buradi.

Obyektни kuzatishda, antenna o'qini, asta-sekin siljishini manfiy teskari aloqa ta'minlaydi.

5. RADIOLOKATSIYAGA QARSHI TURISH USHLUBLARI VA RLSNI XALAQITLARDAN MUHOFAZALASH

Radiolokatsiyaga qarshi turish — dushman RLSning ish faoliyati samaradorligini susaytirish uchun qoʻllaniladi. Radioelektron kurashish quyidagilarni oʻz ichiga oladi: radioelektron razvedka (payqash, joylashish holatini aniqlash va radionurlanish manbasini tahlil qilish), radioelektron vositalar yordamida dushman obyektida xalaqitlarni yaratish va dushmanning xalaqit taʼsirlaridan, radioelektron vositalarni muhofazalash.

RLSda sodir boʻladigan hamma halokatlar quyidagilarga boʻlinadi:

- tabiiy xalaqitlar (mahalliy predmetlardan, bulutlardan, yomgʻirlardan qaytgan energiyalar);
- RLSni ish faoliyatini bartaraf etish uchun atayin yaratilgan xalaqitlar.

RLSning ish faoliyatini bartaraf etish uchun quyidagilar qoʻllaniladi:

1. Muhofaza qatlamlar.
2. Passiv xalaqitlar.
3. Aktiv xalaqitlar.

Muhofazalash qatlami deb, obyektidan qaytgan radio-toʻlqinlarni susaytirilishiga aytiladi. Muhofazalash qatlamlarini yutuvchi va interferensiyalovchilarga ajratamiz.

Yutuvchi qoplama, muntazam ravishda tarqalayotgan radiotoʻlqinlarni yutuvchi materiallardan tayyorlanadi. Yutuvchi materiallar sifatida — kauchuk, burchakli changlar va boshqa materiallar qoʻllaniladi.

Burchakli changlarni, obyektning ustki qismiga bir necha qatlam holatida qoplanadi.

Radioto‘lqinlarning butunlay yutilishini amalga oshirishda, ko‘p qavatli qatlamlar ishlatiladi. Shuning uchun ustki qatlamlarni gofrirlashtirib qoplanadi.

Interferensiyalovchi qoplamalar, qoplamalarni yuzalaridan va obyektlarni muhofazalash yuzalaridan qaytgan to‘lqinlarni, fazalarini o‘zgartirib yuborishini amalga oshiradi.

Interferensiyalovchi qoplamalar, puxta va yupqa qatlamlarga ega bo‘lgan qatlamlardan tashkil topadi. Interferensiyalovchi qoplama yutuvchi qoplamaga nisbatan to‘lqinni kichik ishchi diapazonini tashkil etadi.

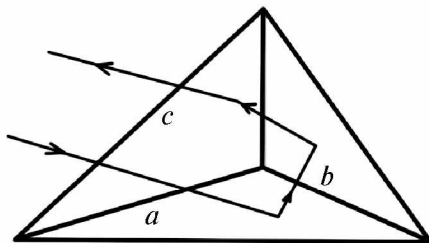
5.1. Passiv va aktiv xalaqitlar

Passiv xalaqitlar, yolg‘on signallarni hosil qiluvchi, RLSning normal ish faoliyatini buzuvchi xalaqitlarga aytiladi.

Xalaqit manbayi sifatida — yarimto‘lqinli; burchakli va sun‘iy qaytargichlar ishlatiladi.

Yarimto‘lqinli qaytargichlar, alumin folga chiziqlaridan yoki metallashtirilgan shisha tolali materiallardan tayyorlanadi. Ushbu qaytargichlar, radioto‘lqinlarni qaytarish maqsadida samolyotlardan tashlanadi. Yarimto‘lqinli qaytargichlarni gabarit o‘lchamlari kichik bo‘lgani sababli, ularning samaradorligi kichik bo‘ladi.

Burchakli qaytargichlar, uchta qaytaruvchi plastinalardan iborat bo‘lib, ular bir-biriga perpendikular holatda joylashgan (5.1-rasm).



5.1-rasm. Burchakli qaytargichlarning tashqi ko‘rinishi.

Burchakli qaytargichlarni (a , b , c) tekisliklari bo'lgani uchun, ularga RLSdan tarqatilgan radioto'lqinlar ta'sir etganda, to'lqinlar kelgan yo'nalishlari bo'yicha orqaga qaytariladi. Bunday qaytargichlar kichik o'lchamli bo'lishiga qaramay, to'lqinlarni samarali qaytarish xususiyatiga ega. Ushbu qaytargichlar yer yuzida va suv ustida joylashgan obyektlarni muhofazalashda qo'llaniladi.

Aktiv xalaqitlar spektr kengligi bo'yicha nishonga olinuvchi va to'suvchi xalaqitlarga bo'linadi.

Signal turi bo'yicha impulsli va uzluksiz xalaqitlar mavjud.

Impulsli xalaqitlarga sinxron va nosinxron xalaqitlar kiradi. *Uzluksiz, aktiv xalaqitlar* modulatsiyalangan va modulatsiyalanmagan xalaqitlarga bo'linadi.

Nishonga olinuvchi xalaqitlarni chastotasi bo'yicha spektri tor bo'lib, RLSning ish faoliyati samaradorligini pasaytirish yoki bartaraf etishda qo'llaniladi.

To'suvchi xalaqitlarning, chastota spektri keng bo'lib, tashuvchi chastotasi har xil bo'lgan RLSlarni ish faoliyatini bartaraf etish uchun xizmat qiladi.

Impulsli xalaqitlar, asosan, nishonga olish sifatida xizmat qiladi. Ushbu xalaqitlar indikator ekranida bir necha harakatsiz yoki sekin harakatlanuvchi yolg'on impulslarni aks ettiradi.

Uzluksiz xalaqitlar, modulatsiyalanmagan holatda nishonga olinuvchi xalaqitlar sifatida xizmat qiladi. Ushbu xalaqitlar qabulqilgichni boshidagi birinchi kaskadlarda o'z ta'sirini ko'rsatib, foydali signalning qabul qilinishiga to'sqinlik qiladi.

Xalaqitlarni samarali uslub bilan hosil qilishda quyidagi amallar bajariladi: amplituda va chastota modulatsiyalari yordamida shovqinga ega tebranishlar hosil qilinadi. Bunda xalaqitlarni chastota bo'yicha energetik spektrlari keng bo'lib, to'suvchi va nishonga oluvchi xalaqitlar sifatida qo'llasa bo'ladi. Uzatkichlarda joylashgan tiratron va fotoelektron ko'paytirgichlar yordamida, xalaqitlar tebranishi hosil qilinadi.

Tiratronlarni hosil qilgan shovqinlar elektron lampalarga nisbatan 1000 marotaba yuqori. Shovqin ko'rinishidagi xalaqitlar, fluktatsion xalaqitlardan farq qilmaganligi sababli, RLSda ularni filtrlash qiyin bo'ladi.

Havo kuchlarini himoya qilishga qarshi, uchuvchisiz samolyotlar qo'llaniladi. Bunday uchuvchisiz samolyotlarni bir nechtasini havoga uchirib, dushman obyektlaridan himoya qilinadi.

Uchuvchisiz samolyotlar dushman RLSlarining ish faoliyatini buzadilar. Ushbu turdagi samolyotlar havoda pastga qarab, dipolli qaytargichlar va bir marotabali xalaqit hosil qiluvchi kichik quvvatli uzatkichlarni tashlaydilar. Aktiv va passiv xalaqitlar bilan kurashish qiyin bo'lganligi sababli, ularni quyida keltirilgan kuchaytirishni avtomatik rostlagich (KAR) tizimlari yordamida susaytirish mumkin: vaqtli, oniy qiymat va tezkor.

Aktiv nishonga olinuvchi xalaqitlarni berilgan dastur orqali, RLSning ishchi chastotasini o'zgartirib, bartaraf etish mumkin bo'ladi.

6. HARAKATLANUVCHI OBYEKTLARNI AJRATISH USLUBLARI

6.1. Harakatlanuvchi obyektlarni kogerent ajratish uslubi

Tabiiy va sun'iy xalaqitlarning ta'siri ostida harakatdagi obyektlarni aniqlashda, RLS xalaqitbardoshlik va chidamlilik darajalari bilan xarakterlanadi.

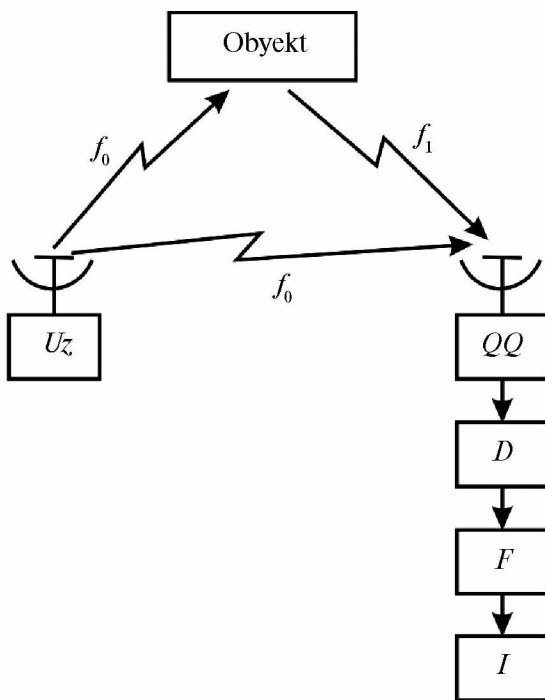
Foydali uzatilgan signallarni, harakatlanuvchi obyektlardan va xalaqit beruvchilardan qaytgan signallar parametrlariga asoslangan holda ajratish mumkin bo'ladi. Impuls signallarni xalaqitlardan samarali himoya qilishda, impulslarning kengligi va amplitudalarini ajratish uslubi yordamida qabul qilish amalga oshiriladi.

Spektri tor bo'lgan uzluksiz xalaqitlarning ta'sirini pasaytirishda, rejektor filtrlar qo'llaniladi.

Doppler effektiga asoslangan holda harakatlanuvchi obyektни kogerent uslubi yordamida ajratiladi. Kogerent uslubi bo'yicha obyektlarni ajratishda, RLS uzluksiz ravishda elektromagnit energiyalarni tarqatadi.

Kogerent uslubi bo'yicha ishlovchi RL tizimning umumiy ko'rinishdagi sxemasi keltirilgan bo'lib (6.1-rasm), tizimdagi qabulqilgich (QQ) kirishiga to'g'ridan to'g'ri uzatkichdan to'g'ri signal f_0 va obyektдан qaytgan signallar ta'sir qiladi. Ushbu signallar bir vaqtning o'zida, detektor (D) qurilmasi yordamida detektorlansa, Doppler chastotasi bo'yicha o'zgaruvchi tebranish hosil bo'ladi.

Agar obyekt harakatsiz bo'lsa, unda bunday tebranishlar sodir bo'lmaydi. Qabulqilgichdagi filtr (F) yordamida Doppler chastotasiga teng tebranish ajratiladi:



6.1-rasm. Kogerent uslubi bo'yicha ishlovchi RL tizimning umumiy ko'rinishdagi sxemasi.

$$F_d = f_1 - f_0.$$

Filtrni o'tkazish polosasi Doppler chastota diapazoni orqali topiladi:

$$\Delta F_d = F_{dmax} - F_{dmin} = \frac{2}{\lambda} (V_{chmax} - V_{chmin}),$$

bu yerda, V_{chmax} va V_{chmin} — RLSga nisbatan siljigan obyektning maksimal va minimal radial tezliklari;

λ — uzatkich tarqatayotgan to'lqinning to'lqin uzunligi.

$V_{chmin} = 0$ bo'lganda, $\Delta F_d = 2V_{chmax}/\lambda$ bo'ladi.

Indikator qurilmasining ichida joylashgan filtrni chiqishidagi signal parametrlariga asoslangan holda chastota farqi o'lchanadi.

RLS indikatori sifatida chastota o'lchagich qurilmasi radial tezlik o'lchovi birligida graduirovka qilinib ishlatiladi.

Uzatkichning tebranish chastotasi va amplitudasi stabil bo'lsa, bunday tebranishlar kogerent hisoblanadi va qaytgan signal ham kogerent bo'ladi.

Ko'rilayotgan vaqt oralig'ida, ikki kogerent tebranishlar orasidagi fazalar farqi doimiy qoladi.

Kogerent uslubi bo'yicha, uzluksiz to'liqlarni tarqatuvchi RLS obyektini aniqlash, obyektning yo'nalishini va uning radial tezligini aniqlash xususiyatiga ega. Ammo obyektning masofasini aniqlay olmaydi. Ushbu kamchilikni impuls-kogerent uslubi yordamida bartaraf etish mumkin. Bu uslubda Doppler effekti qo'llanilib, obyektning masofasi va radial tezligi aniqlanadi.

Ushbu uslubda, impuls-kogerentli tebranishlar fazasi bilan qaytgan impulslarning fazalari birgalikda solishtiriladi, bunda RLS uzatkichi, tarqatgan impulsini boshlang'ich vaqt momenti katta ahamiyatga ega bo'ladi.

Qabul qilingan impulslarning fazalarini taqqoslash, RLS qabulqilgichidagi detektor yordamida amalga oshiriladi.

Detektor kirishiga ikkita signal beriladi, ya'ni qaytgan signal:

$$U_c = U_{mc} \sin[\omega_o(t - t_o) + \varphi] = U_{mc} \sin[\omega_o(t - \frac{20}{C} + \varphi_0)] \quad (6.1)$$

va geterodinning kogerent tebranishlari:

$$U_k = U_{mk} \sin(\omega_k t + \varphi_k). \quad (6.2)$$

Ifodalardagi φ_o va φ_k lar — geterodin va uzatilgan tebranishlarni boshlang'ich fazalari bo'lib, ular orasidagi fazalar farqi doimiydir.

Chiziqli detektorning chiqishidagi kuchlanish, o'zining kirishidagi natijaviy signalning amplitudasiga proporsionaldir. Chiqish kuchlanishi U_c va U_n vektorlarning yig'indisidan hosil bo'ladi:

$$U_{chiq.d} = K_d \sqrt{U_{mc}^2 + U_{mk}^2 + 2U_{mc}U_{mk} \cos \Delta\varphi(t)}, \quad (6.3)$$

bu yerda, K_d — detektorni uzatish koeffitsiyenti.

$$\Delta\varphi(t) = (\omega_k - \omega_0)t + \varphi_k - \varphi_0 + \frac{4\pi D}{\lambda}.$$

U_c va U_k vektorlar orasidagi burchak.

Kogerent impulsi stansiyalarda, ω_0 chastota kogerent tebranishlar chastotasiga tenglashtirib tanlanadi ($\omega_k = \omega_0$):

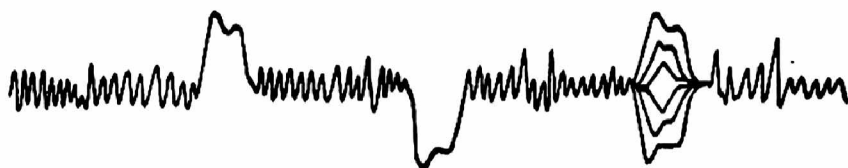
$$\Delta\varphi(t) = \varphi_k - \varphi_0 + \frac{4\pi D}{\lambda}. \quad (6.4)$$

(6.4) ifodadan ko'rinib turibdiki, kogerent geterodini va signalning tebranishlar amplitudasi vaqt bo'yicha doimiy bo'lsa, unda detektorning chiqishidagi signallar amplitudasi, $\Delta\varphi(t)$ ga bog'liq bo'ladi. Harakatsiz obyektidan ($D = const$) signallar qabul qilinganda, $4\pi D/\lambda$ qiymatlar har vaqt doimiy bo'ladi.

Bunda U_c va U_k vektorlar orasidagi faza burchaklari o'zgarmaydi [$\Delta\varphi(t) = const$], natijada detektorning chiqishidagi signallar amplitudalari ham doimiy bo'ladi. Harakatdagi obyektlardan signallarni qabul qilinayotganda, $4\pi D/\lambda$ qiymat impulsdan impulsqa o'tganda o'zgaradi, buning natijasida U_c va U_k vektorlar orasidagi fazaning burchagi har doim o'zgarib turadi.

Bu esa detektorni chiqishidagi signal amplitudasining davriy ravishda o'zgarishiga olib keladi. Indikator ekranida harakatsiz obyektlarni ko'rsatuvchi o'zgarmas amplitudaga ega bo'lgan dog' va harakatlanayotgan obyektlarni ko'rsatuvchi o'zgaruvchan amplitudaga ega bo'lgan dog'lar namoyish etiladi (6.2-rasm).

Davriy kuzatuv indikatori ekranida, harakatsiz obyektlarning videoimpulslari doimiy yorug'lik belgilarini, harakatdagi obyektlarning videoimpulslari esa o'zgaruvchan yorug'lik belgilarini namoyish etadi. Kogerent-impulsi uslubda obyektlarning tezligini aniqlash qiyin bo'ladi, chunki indikator ekranida, harakatlanayotgan va harakatlanmayotgan pred-



6.2-rasm. Indikator ekranidagi dog'larning ko'rinishi.

metlarning belgilari bir-biridan farq qilmaydi. Ushbu holatni ko'rimsiz tezlik deb ataladi. Bunda uzatilgan impulsning yarimdavriga mos keluvchi masofani obyekt bosib o'tsa, u holda:

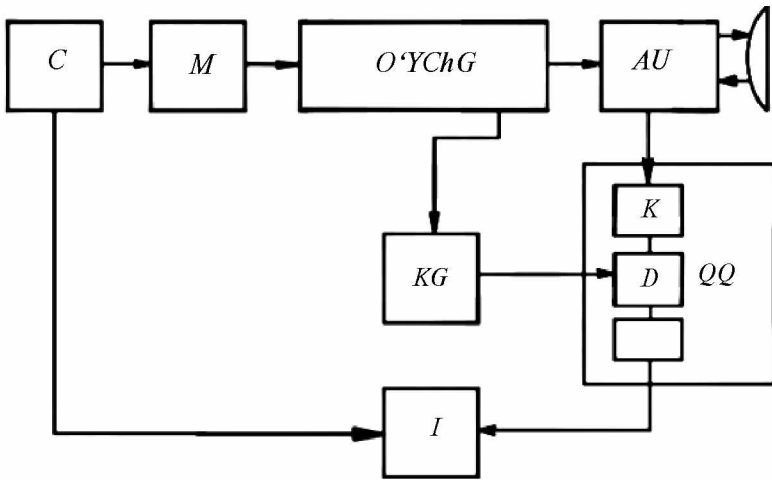
$$\Delta D = \lambda/2$$

$$\text{faza } \lambda = 4\pi\Delta D/\lambda = 4\pi\lambda/2\lambda = 2\pi.$$

Uzatilgan va qaytgan signallar orasidagi signallarning fazalar farqi 2π ga teng bo'lib, detektor chiqishidagi signallar yig'indisining amplitudasi doimiy bo'lib, harakatdagi obyekt xuddi harakatsiz obyekt deb qabul qilinadi.

RLSda ko'rimsiz tezliklarni bartaraf etishda, uzatilayotgan impulslar chastotasini davriy ravishda almashtirib turiladi. 6.3-rasmda kogerent-impuls uslubi bo'yicha ishlovchi RLSning ishlash prinsipini ko'rsatuvchi strukturaviy sxema keltirilgan. Boshqa impulsi RLSlarga nisbatan bu stansiya o'z-o'zicha qo'shimcha — kogerent geterodinni olgan bo'lib, u uzatgichdan tarqalayotgan tebranishiga mos keluvchi fazaga ega bo'lgan kogerent tebranishlarni shakllantiradi. Buni amalga oshirishda kogerent generatorga (*KG*) o'ta yuqori chastota generatoridan (*O'YChG*) tebranishlar beriladi.

Qaytgan radioimpulslar qabulqilgich kuchaytirgichi yordamida kuchaytirilib, detektorga uzatiladi. Bir vaqtning o'zida shu detektorga *KG*dan sinusoidal tebranish ham beriladi. Radioimpulsning davomiyligi vaqtida, detektorni kirishidagi ikki signallarning chastotalari bir-biriga teng bo'ladi (Doppler chastotasining oshishi e'tiborga olinmagan holda). Shuning



6.3-rasm. Kogerent-impuls uslubi bo'yicha ishlovchi RLSning strukturaviy sxemasi.

uchun detektor kirishidagi signallar yig'indisining amplitudalari faqat tebranishlar orasidagi fazalar farqiga bog'liq bo'ladi.

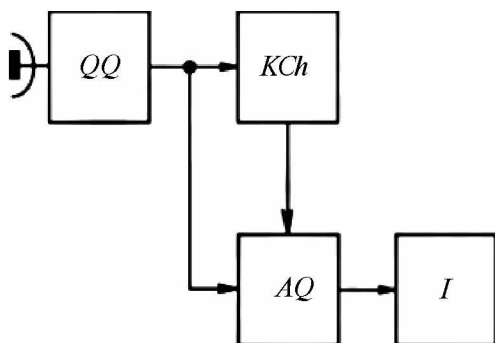
Harakatsiz obyektlarni harakatdagi obyektlarga ta'siri tufayli, harakatdagi obyektlarni indikator ekranida payqash qiyin bo'ladi. Ushbu kamchilikni signalni kompensatsiya qilish uslubi yordamida bartaraf etish mumkin. Bunda, bitta obyektidan qaytgan signallar bir necha vaqt ichida o'lchanadi hamda ularni taqqoslab, harakatdagi obyekt ajratiladi.

6.4-rasmda qaytgan signallarni taqqoslovchi qurilmaning soddalashtirilgan strukturaviy sxemasi keltirilgan.

Ushbu qurilma to'rtta blokdan iborat bo'lib, u quyidagilarni o'z ichiga olgan:

- qabulqilgich (QQ)
- kuchaytiruvchi chiziq (KCh)
- ayiruvchi qurilma (AQ)
- integrator (I).

Qabulqilgichning chiqishidan videoimpulslar, kechiktiruvchi chiziq orqali ayiruvchi qurilmaga (AQ) uzatadi. Im-



6.4-rasm. Qaytgan signallarni taqqoslovchi qurilmaning soddalashtirilgan strukturaviy sxemasi.

pulslarning kechikishi RLSdan uzatilayotgan impulslar davriga teng bo'ladi.

Harakatsiz obyektlardan qaytgan impulslar o'z amplitudalarini o'zgartirmaganligi sababli, AQ ayiriluvchi qurilmada ular bartaraf etiladi.

Harakatdagi obyektlar videoimpulslarining amplitudalari, vaqt o'tishi bilan Doppler chastotasi bilan birgalikda o'zgaradi. Shuning uchun qabulqilgichdan chiqishdagi impulsning amplitudalari ayiruvchi qurilma chiqishidagi impulslarning amplitudalariga teng bo'lmaydi. Ular bir-biri bilan kompensatsiyalanadi hamda indikatorga (I) impuls signal beriladi.

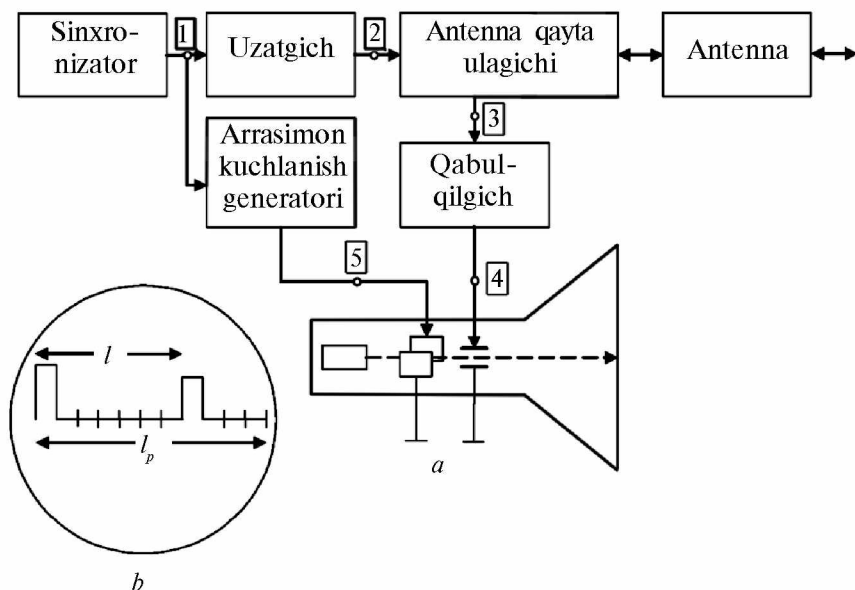
Kompensatsiyalovchi qurilmalarda ultratovushli kechiktiruvchi chiziqlar qo'llaniladi. Ular yordamida juda ko'p vaqt oralig'ida signallarni vaqt bo'yicha kechiktirish mumkin bo'ladi. Signalni kechikish vaqtini stabil bo'lishini hamda signal shaklining buzilmasligini ta'minlash uchun sxemada, kechiktiruvchi chiziq (KCh) ishlatiladi.

Ko'pincha kompensatsiyalovchi qurilma sifatida — statik xotira qurilmalariga taalluqli potensialoskoplar ishlatiladi.

7. RADIOLOKATSION STANSIYANING QISMLARI

7.1-rasmda RLSning umumiy ko‘rinishdagi funksional sxemasi keltirilgan.

Ushbu sxema o‘z ichiga quyidagi asosiy qismlarni olgan: uzatkich, qabulqilgich, indikator, sinxronizator va antenna ulagichi.



7.1-rasm. RLSning umumiy ko‘rinishdagi funksional sxemasi.

7.1. Radiolokatsion stansiyaning indikator qurilmalari

Indikator — bu RLSning oxirgi qurilmasi bo‘lib, uning yordamida, radiolokatsion signallardagi informatsiyani qayta ishlab, o‘zining ekranida namoyish etadi.

Indikatorlarning chiqish qurilmalari sifatida, ko‘rsatkichli asboblari, yorug‘lik asboblari va akustik indikatsiya asboblari,

elektron nurli trubkalar, hisoblab qaror chiqaruvchi qurilmalar (uzlukli va diskret holda amalga oshiruvchi), sinxron-kuzatuvchi tizimlar va boshqalar qo'llaniladi.

Indikatorlar yordamida, kelayotgan (obyektdan qaytgan) signallarni kuzatish, obyektlarni koordinatalarini aniqlash, qabul qilingan signallarni qayta ishlash va indikator ekranida namoyish etish amallari bajariladi.

Yuqorida keltirilgan indikatorlarning elektron-nurli trubka asosida yaratilgan indikatorlari katta ehtiyoj bilan qo'llaniladi, chunki ular yordamida harakatdagi obyektlarni kuzatish, obyektlarni koordinatalarini va radial tezliklarini o'lchash mumkin.

7.2. Indikatorlarda ishlatiladigan razvyortkalar

Razvyortka deb, ENT ekranida trayektoriya bo'yicha xarakterlanuvchi yorug' beruvchi dog'ga aytiladi. ENT yordamida obyektни koordinatalari, ekrandagi belgilarni joylashuviga qarab aniqlanadi. Masofani razvyortkasi, signal nurlanishi bilan birgalikda, sinxron ravishda amalga oshadi.

Qaytgan har bir keyingi impulsdan hosil bo'lgan dog'ning yorug'ligi asta-sekin yorqinlashib boradi. ENTdagi luminofor qatlamining to'yinishi, to'plangan energiyaga bog'liq bo'ladi.

Eng ko'p tarqalgan razvyortka turlari bu — chiziqli, halqali, radial - doiraviy va rastrli.

Chiziqli razvyortka. Agar yoritilgan dog' ENT ekranida to'g'ri chiziq bo'ylab (diametr bo'yicha) siljisa, bunday razvyortka chiziqli bo'ladi.

Yoritilgan dog' ekranda boshlang'ich nuqtadan boshlab, chapdan o'ngga harakatlanishi to'g'ri yo'l, o'ng tomondagi nuqta chegarasidan orqaga qaytishi teskari yo'l razvyortkasi hisoblanadi.

To'g'ri yo'lni o'lchash vaqti, teskari yo'lni o'lchash vaqtidan bir necha marotaba ko'proqdir. Chiziqli razvyortka, masofa indikatorlarida qo'llanadi. Chiziqli razvyortkani hosil qilishda, ENTga gorizontal og'diruvchi plastinalarga arrasimon shakldagi kuchlanish beriladi. Uzatgichda impulslar nurlantirish vaqti boshlanganida sinxronizatsiya impulsari, razvyortka generatorini ishga tushiradi.

Uzatilgan impuls, obyektgacha tarqalishi va undan orqaga qaytish davrida, razvyortka kuchlanishi chiziqli qonuniyat bo'yicha oshadi va yoritilgan dog' ekranda chapdan o'ngga qarab doimiy tezlikda siljiydi. Dog'ning o'zi vaqt o'qi vazifasini o'tab, u obyektgacha bo'lgan masofani tashkil etadi. Qaytgan signallar, vertikal og'diruvchi plastinalarga beriladi va ular ekranda vertikal chiziqlar ko'rinishida aks ettiriladi.

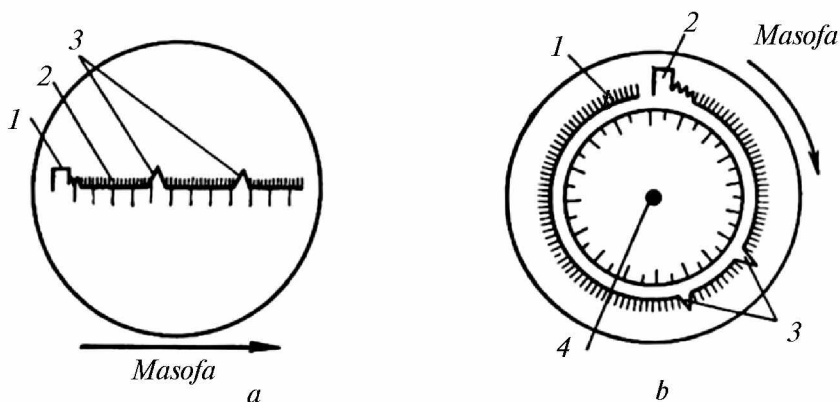
Antenna uzatkichi orqali uzatiladigan energiyaning bir qismi, qabulqilgich kirishi orqali so'riladi va buning natijasida ekranda razvyortka chizig'ini boshida uzatilgan impuls joylashib ko'rinadi (*I*) (7.2-rasm, *a*), undan keyin predmetlardan hosil bo'lgan impulslar yoritiladi va obyektidan qaytgan impulslar joylashib yoritiladi.

Indikator qurilmasining kirishiga qabulqilgich chiqishidan hosil bo'lgan signal bilan birgalikda shovqinlar ham ta'sir qiladi. Shovqinga ega signallar har xil vaqtda xaotik ravishda hosil bo'ladi. Shovqin signallar razvyortka chizig'i yonida har xil nuqtalarda joylashadi.

Ushbu indikator, obyektning burchakli koordinatalarini o'lchash imkonini bermaydi. Qaytgan impulsni, qaytish momentida, antennani joylashuv holatiga qarab obyektning burchakli koordinatalari aniqlanadi.

Halqali razvyortka. Razvyortka halqali deyiladi, agar yoritilgan dog' ekranning aylanasi bo'yicha siljisa (7.2-rasm, *b*).

Bunday razvyortkani amalga oshirishda vertikal va gorizontal og'diruvchi plastinalarga bir vaqtning o'zida 2 ta sinusoidal



7.2-rasm. Indikator ekranidagi tasvirning ko‘rinishi.

kuchlanishlar beriladi. Ularning amplituda va chastotalari bir xil bo‘lib, ular orasidagi fazalar farqi 90° tashkil etadi.

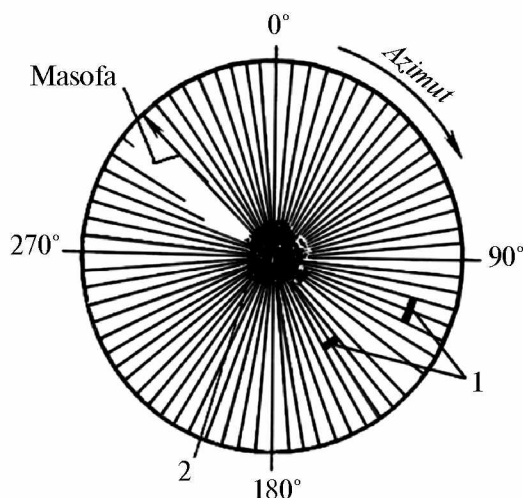
Qaytgan signal, ekranning markazidagi naychaga, maxsus elektrod orqali (4) kavsharlanadi. Razvyortkadagi hamma impulslar radial ko‘rinishdagi chiziqlar shaklida ko‘rinadi (3). Qaytgan impulsgacha bo‘lgan oraliq, doiraviy shkala yordamida aniqlanadi.

Ushbu turdagi razvyortkaning, chiziqli razvyortkalardan ustunligi quyidagilardan iborat: razvyortka chizig‘ining uzunligi katta; teskari yo‘lning ko‘rinmasligi, ya‘ni yoritilgan dog‘ aylana bo‘yicha siljiydi.

Razvyortka chizig‘ining uzunligi oshishi bilan hisob aniq-ligi oshadi. Kamchiliklarga quyidagilarni kiritish mumkin: halqali razvyortka, generatori zanjirida joylashgan faza surgich-ni ish faoliyatiga parazit sig‘imni ta‘siri bo‘lib, og‘diruvchi plastinkalarga berilayotgan kuchlanishni fazasi 90° farq qilib, halqali razvyortka ellips razvyortkaga aylanib qoladi.

Ba‘zi boshqa masofa indikatorlarda spiral ko‘rinishdagi razvyortkalar ishlatilib, unda ekran bo‘ylab nur qator spiral o‘ramlari ko‘rinishida namayon bo‘ladi.

Bunda razvyortka chizig‘i, uzunlikni tashkil etib, masofa-ning yirik masshtabini tashkil etadi.



7.3-rasm. Radial-doiraviy razvyortkaning ko‘rinishi.

Radial-doiraviy razvyortka. Radial-doiraviy razvyortka yoritilgan radiusni tashkil etib, antennaning harakat tezligiga teng bo‘lgan tezlikda ekran bo‘yicha doiraviy aylanishni amalga oshiradi (7.3-rasm).

Razvyortka chizig‘i va antennani aylanishi sinxron bo‘lgani uchun, vaqtning har bir momentida, razvyortka chizig‘i (qabulda) antennani nurlanish yo‘nalishini ko‘rsatadi.

Davriy kuzatuvda radial - doiraviy razvyortka qo‘llaniladi. Bunday sharoitda elektron nurni magnit bilan og‘diruvchi trubka ishlatiladi.

Uzatilayotgan impulslarni qaytarilish chastotasiga teng bo‘lgan chastotalar, arrasimon shakldagi toklar vertikal va gorizontal og‘diruvchi g‘altaklardan o‘tkaziladi. Ushbu toklar orqali yaratilgan magnit maydonlar, elektron nurni og‘diradi. Natijada yoritilgan dog‘ trubkaning ekranida, doimiy tezlik bilan radius bo‘yicha siljiydi. Shuning uchun obyektning masofasi bo‘yicha hisob radius yonida amalga oshiriladi. Dog‘ning harakati har gal ekranning markazidan boshlanadi. Hosil bo‘lgan radial razvyortka, ekranning markazi atrofida joylashadi.

Arrasiman shakldagi toklarni, amplitudalarni modulatsiyalash usuli yoki og‘diruvchi g‘altaklarni mexanik ravishda aylantirish usuli bo‘yicha radial - doiraviy razvyortka amalga oshiriladi.

Razvyortkaning qo‘shni radiuslari orasidagi burchak, impulslarning qaytarilish davri bo‘yicha antenning burilish burchagiga teng:

$$\theta = \frac{360^\circ}{T_A} T_I \text{ [grad]},$$

bu yerda, T_A — antenning aylanish davri.

Antenning aylanish tezligi:

$$V_a = 60/T_A \text{ [ayl.min]},$$

$$\theta = 6V_a T_I = 6V_a / F_I.$$

Antenani bitta to‘liq aylanishida radiuslar sonini razvyortkasi:

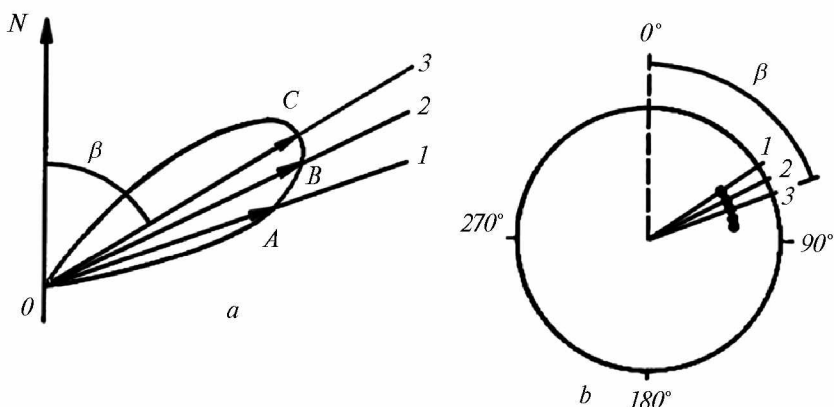
$$N_p = 360^\circ / \theta = 60F_I / V_a.$$

Misol: $V_a = 10$ ayl/min va $F_I = 60$ imp/s $N_p = 360^\circ$. Misoldan ko‘rinib turibdiki, radiuslar sonining razvyortkasi yuqori va bunda operator birinchi chiziqdan ikkinchi chiziqqa sakrab o‘tgan nurlarni ko‘z bilan payqay olmaydi, ya‘ni operator nurni uzluksiz ravishda, ekranning markazi atrofida siljiganday his etib ko‘radi.

Ushbu turdagi razvyortkada yoritilgan belgilar qo‘llaniladi. Antenna aylantirganda, qaytgan signallarning belgilari yorug‘ dog‘larni tashkil etadi (I) (7.3-rasm).

Antenning yo‘nalishini, obyektini yo‘nalishiga moslashtirilganda (OA) razvyortka chizig‘ida (I) yorug‘ nuqta paydo bo‘ladi (7.4-rasm, a , b).

Antenani aylantirib harakatga keltirilganda, OV , OS hamda boshqa yo‘nalishlar bo‘yicha (2 , 3) va keyingi razvyortka chiziqlarida yorug‘ nuqtalar paydo bo‘ladi (7.4-rasm, b).



7.4-rasm. Antennaning yo'nalish diagrammasi (a),
indikator ekranining ko'rinishi (b).

Radial-doiraviy razvyortkani afzalliklariga quyidagilarni misol qilsa bo'ladi: bir vaqtning o'zida har xil masofaga ega bir necha obyektlarni kuzatish imkonini beradi hamda obyekt, fazodagi joylashuvlar o'zgarishini aniqlashga ega bo'ladi.

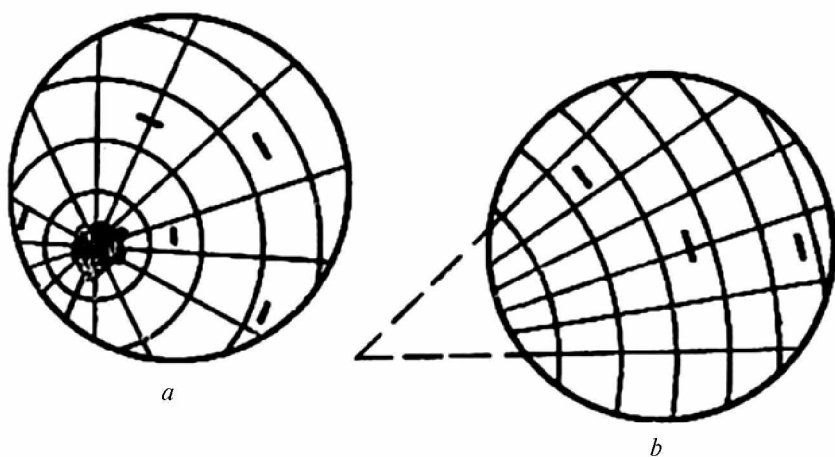
Mahalliy jismlardan qaytgan signallar, indikatorning markaziy ekranida noto'g'ri shakl — yorqin yorug' dog'ni (2) hosil qiladi (7.5-rasm).

Ushbu dog' obyekt,ni kuzatishda operatorga xalaqit beradi. Shuning uchun indikator,da razvyortka ma'lum bir muddatga kengaytirilib, masofani hisoblash noldan emas, balki berilgan vaqt intervalidan so'ng amalga oshiriladi.

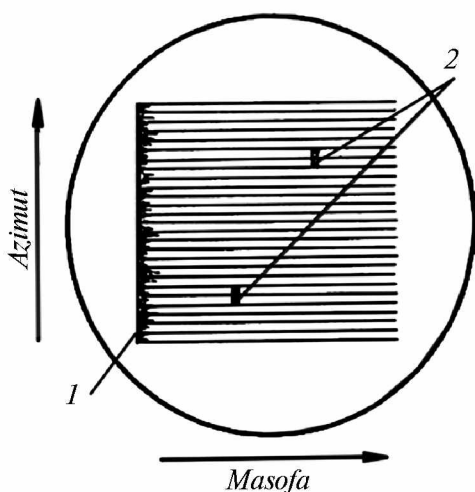
Xalaqitlarni, qabulqilgich kirishiga ta'sir qilganda, indikator ekranining hamma yuzasida mayda yorug' beruvchi nuqtalar ega fon hosil bo'ladi.

Indikator,da masofaning masshtabini kattalashtirish maqsadida kuzatilayotgan sektor alohida ekran bo'ylab kattalashtirilib kuzatiladi, buning natijasida doiraviy kuzatuv sektorli kuzatuvga almashadi (7.5-rasm, a, b).

Natijada gorizont,al yo'nalish bo'yicha chapdan o'ngga tomon, nurni masofa bo'yicha razvyortkasi davriy ravishda amalga oshiriladi.



7.5-rasm. Radial-doiraviy razvyortka ekrani.



7.6-rasm. Rastrli razvyortka ekrani.

Masofa bo'yicha razvyortka chizig'i o'z ichiga D_0 intervaldan $D_0 + \Delta D$ gacha bo'lgan oraliqni oladi, bu yerda, D_0 — boshlang'ich kechiktirilish masofasi; ΔD — razvyortka chizig'ining barcha uzunligi.

Vertikal og'diruvchi g'altak burchak bo'yicha siljituvchi yo'nalish diagrammasiga proporsional bo'lgan tok o'tkaziladi.

Vertikal yoʻnalish boʻyicha masofa razvyortka chizigʻi sinxron ravishda antennaning azimut harakati boʻyicha siljiydi.

Boshlangʻich tanlangan antenna holatiga, ekranning markazi orqali oʻtuvchi razvyortkaning oʻrta chizigʻi mos keladi.

Qaytgan signallar, trubkani modulator elektrodiga berilganda, ekranda vertikal chiziqchalar shakllanadi (2) (7.5-rasm), ushbu chiziqchalar antennani yoʻnalish diagrammasining enini aks ettiradi.

Ushbu turdagi razvyortkada ham, shovqinlarning taʼsiri ostida ekranda yorugʻ nuqtalarga ega boʻlgan fonlar hosil boʻladi.

7.3. Masofaning razvyortka chizigʻi uzunligiga bogʻliqligi va masshtab

Razvyortka chizigʻini boshidan qaytgan signal belgisigacha boʻlgan oraliq impulsni uzatgichdan obyektgacha va orqaga qaytishga ketgan vaqt bilan aniqlanadi. t_0 vaqt boʻyicha, obyektning masofasi oʻlchanadi $D = Ct_0/2$.

Ushbu vaqtning ichida razvyortkaning yoritilgan dogʻi ekranda l_x chizigʻi boʻyicha chiziq chizadi:

$$l_x = Vt_0, \quad (7.1)$$

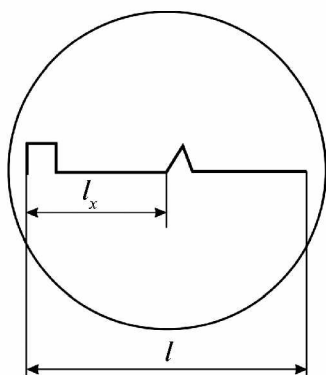
bu yerda, V — razvyortka chizigʻining harakat tezligi (7.7-rasm).

t_0 vaqt inobatga olinganda, razvyortka chizigʻining uzunligi:

$$l_x = 2DV/C. \quad (7.2)$$

Agar obyekt maksimal masofaga ega boʻlsa ($D = D_{\max}$), unda qaytgan signal razvyortka chizigʻining oxirida koʻrinadi ($l_x = 1$). Bunda (2) quyidagi koʻrinishga ega boʻladi:

$$1 = \frac{2V}{C} D_{\max}.$$



7.7-rasm. Razvyortka chizig'ining uzunligi.

Agar razvyortka chiziqli bo'lsa, unda $2V/C = \text{const}$ va l uzunlik D masofaga proporsional bo'ladi. Masofa uzatilgan signalning oldingi frontidan to qaytgan impulsning oldi frontigacha o'lchanadi:

$$D_{\max} = l/2V. \quad (7.3)$$

(7.3) ifodadan ko'rinib turibdiki, maksimal hisoblangan masofa D_{\max} (mm), razvyortka chizig'ining uzunligiga l (mm) va uning harakat tezligi V ga bog'liq bo'ladi.

Razvyortka uzunligining maksimal hisoblangan masofaga nisbati razvyortka masshtabini aniqlaydi:

$$m = l/D_{\max} = 2V/C.$$

Razvyortka chizig'i uzunroq bo'lsa yoki uning tezligi katta bo'lsa, masshtab yirik bo'ladi va masofaning hisobi aniq bo'ladi.

Razvyortka chizig'i ENT o'lchamlari bilan chegaralanadi, ammo uni quyidagicha uzaytirish mumkin:

- 1) ekran trubkasini diametridan katta bo'lgan uzunlikdagi razvyortka qo'llansa;
- 2) doiraviy yoki spiralsimon razvyortka qo'llansa.

(7.2) ifodaga asosan, razvyortka tezligining oshishi bilan, maksimal hisoblangan masofa kamayadi. Shuning uchun yori-

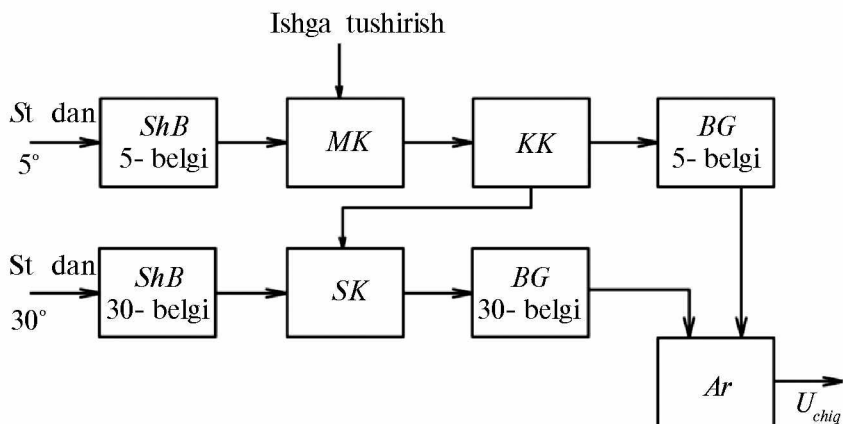
tilgan dog'ni harakat tezligi qaytgan impuls joylashgan qis-
mida oshadi.

7.4. Azimutning masshtab belgilari

Azimutning masshtab belgilari — indikator ekranida, masalan, antenna tizimini har 5° yoki 30° burilishlari, razvyortkani yoritilgan chiziqlarini hosil qiladi.

7.8-rasmda 30° li masshtab belgisini hosil qiluvchi quril-
maning strukturaviy sxemasi keltirilgan. Ushbu qurilmaning
 30° li belgi blok shakllantiruvchisining (*BSh*) kirishiga Selsina
transformatori orqali, chastotasi 1500 Gs. ga teng kuchlanish
beriladi. Bu kuchlanishni amplitudasi sinusoidal qonuniyat
bo'yicha modulatsiyalangan.

BSh blokida modulatsiyalangan kuchlanish kuchaytirilib,
cheklanadi va sinxronizatsiya kaskadiga (*SK*) uzatiladi. Ushbu
blokda cheklangan kuchlanish 5° li belgi kuchlanishi bilan
moslashtiriladi, natijada blokning generator (*BG*) lampasi
ochiladi hamda generator, razvyortkani to'g'ri yo'li vaqti
ichida impulslar paketini shakllantiradi.



7.8-rasm. 30° li masshtab belgisini hosil qiluvchi
qurilmaning strukturaviy sxemasi.

5° va 30° belgi impulslari aralashtirgichda (AR) aralashtirilib, so'ng ENTni boshqaruv elektrodiga uzatiladi.

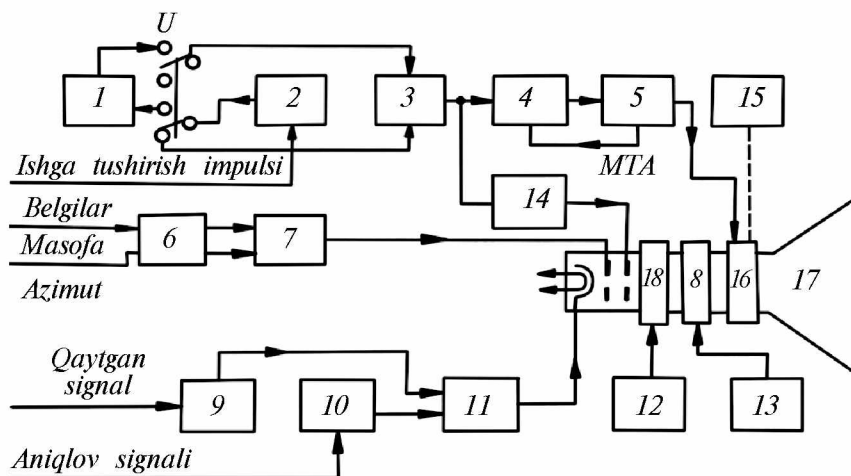
7.5. Indikatorning strukturaviy sxemasi

7.9-rasmda doiraviy kuzatuv indikatorining aylanuvchi g'altagi bilan birgalikdagi strukturaviy sxemasi keltirilgan.

Masofani razvyortkalash kanalida davriy ravishda arrasi-mon tok, og'diruvchi g'altakni manba bilan ta'minlash uchun shakllanadi (16). Og'diruvchi g'altaklar magnit maydonlari ta'sirida elektron nur ekranning markazidan radiusigacha siljiydi (17).

Masofani razvyortkalash kanali quyidagi bloklardan tashkil topgan: kechiktiruvchi sxemadan (1), ishga tushuvchi sxemadan (2), kengaytirish sxemasidan (3), arrasimon kuchlanish generatoridan (4) va tok kuchaytirgichidan (5):

Obyektning masofasini aniqlashda razvyortka momenti boshi bilan impulsni uzatish momentlari mos kelishi zarur. Shuning uchun sinxronizator yoki uzatkichni monipulatoridan berilgan ishga tushirish impulsi bilan masofani razvyortkalash kanali ishga tushiriladi.



7.9-rasm. Indikatorning strukturaviy sxemasi.

Kengaytiruvchi sxema boshlang'ich nuqtasini 10–12 km kechiktirish uchun xizmat qiladi.

Aynan shu uchastkalarda, mahalliy jismlardan hosil bo'lgan xalaqitlar ta'sir qiladi. Kechiktirish sxemasining ishlashi bilan berilgan vaqt bo'yicha kechiktirish impulsi kechiktiriladi va kengaytirish sxemasiga uzatiladi. Ulagich (U) bilan kechiktiruvchi sxemani ishga tushirish mumkin bo'ladi. Kechiktirish sxemasi kichik impulsni P — ko'rinishidagi impulsga aylantirish uchun xizmat qiladi.

Kengaytirilgan ko'rinishdagi impuls arrasimon kuchlanish generatoriga uzatiladi (4). Arrasimon kuchlanish kengligining uzayishi, kengaytirish sxemasidagi manfiy impuls kengligiga bog'liq bo'ladi. Arrasimon kirish kuchlanishini doimiy tok kuchaytirgichiga ta'siri natijasida, kuchaytirgichni chiqishida chiziqli arrasimon tok hosil bo'ladi, so'ng hosil bo'lgan tok kuchi og'diruvchi g'altakka manba sifatida uzatiladi.

Masofa va azimut belgilarining kuchaytirish sxemalarini kirishiga alohida azimut va masofa belgilari beriladi, berilgan kuchaytirgich yordamida azimut va masofa bo'yicha belgi signallar kuchaytirilib, aralashtiruvchiga uzatiladi. Aralash-tirilgan signallar umumiy kanal orqali ENTni boshqaruv elektrodiga uzatiladi.

Razvyortka chizig'iga impulslarning kirish momentida, masofa va azimut belgilari indikator ekranida yorisha boshlanadi. Obyektdan qaytgan signallarni kuchaytirish va tanish qurilmalarini kirishlariga RLS qabul qilgichi hamda tanish tizimidan signallar beriladi. Signallar kuchaytirilib aralash-tirgichga beriladi. ENT ishchi rejimini boshqarish uchun indikatorida fokusirovkani boshqarish va yoritish sxemalari ishlatiladi.

Fokusirovka sxemasi yordamida fokusirovka g'altagidagi tok rostlanadi. Yoritish sxemasi to'g'ri burchakli impulslarni shakllantiradi va ularni trubkaning tezlashtiruvchi elektrodiga uzatib, razvyortkani to'g'ri vaqt yo'li bo'yicha trubkani oladi.

ENTdagi boshqaruv elektrod potentsiali «Яркост» muruvvati yordamida rostlanadi.

Razvyortkaning markazini siljitish sxemasi, siljuvchi g'altaklarni elektr magnit maydonlarini boshqarishda qo'llanadi. Ushbu sxema yordamida, razvyortka chizig'ining boshi trubkani ekranidagi xohlagan nuqtaga siljishi mumkin bo'ladi.

Sinxron kuzatuv tizimi ishtirokida og'diruvchi g'altakni trubka atrofida aylantirish mumkin.

7.6. Sinxronizatorlar

RLSning asosiy qismlari harakatini koordinatsiyalovchi (boshqaruvchi) qurilma, sinxronizator deyiladi. Sinxronizator qurilmasi quyidagi qurilmalarni ishga tushirishi uchun impuls-larni shakllantiradi:

- uzatkichni;
- indikator qurilmasini;
- qabulqilgichni;
- impuls generatorini;
- masofaning belgi impulslari va yoritish impulslarini.

Sinxronizator ikki turga bo'linadi:

a) o'zi sinxronizatsiyalanuvchi, unda RL uzatgich modulatori yordamida ishga tushirish impulslari hosil qilinadi;

b) tashqi generatorlar yordamidagi sinxronizatorlar, bunda uzatkich, razvyortka va RLSning qolgan boshqa qismlari tashqi generatorlar yordamida ishga tushiriladi.

Ishga tushirish impulslarini shakllantiruvchi. Ishga tushirish impulslarini shakllantiruvchi generator sifatida, multivibrator, bloking — generator va yuqori stabil sinusoidal tebranish generatorlari ishlatiladi.

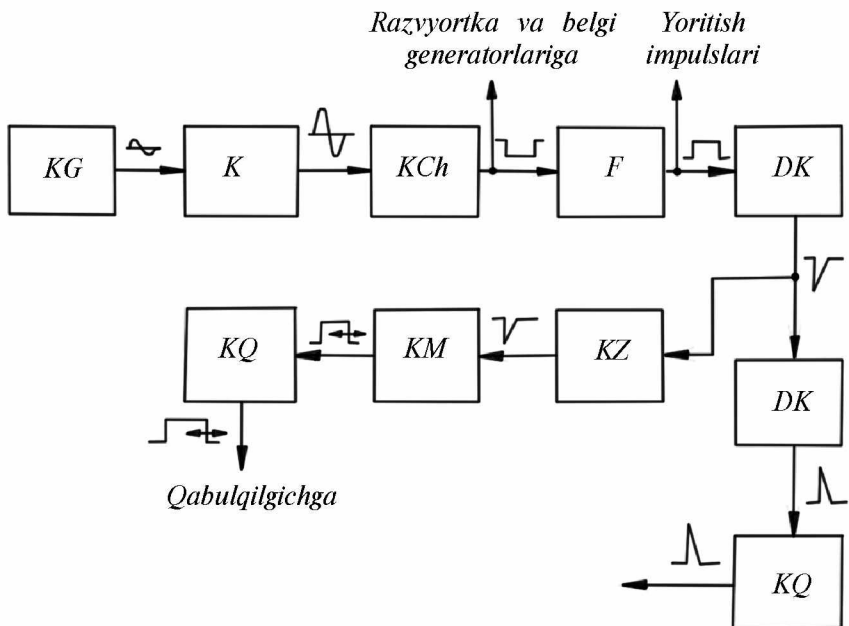
O'zi sinxronizatsiyalanuvchi, sinxronizatorlarni abzalligi quyidagilardan iborat: uzatilgan impulslarni qaytarilish chastotasini nostabilligiga obyektlarni koordinatalarini aniq o'lchashda ta'siri yo'qligidir. Ammo ushbu turdagi sinxro-

nizatsiya, razvyortkani ishga tushirishi uchun, yuqori stabil bo'lishi shart.

Tashqi generator ishtirokidagi sinxronizator qurilmasining ishlash tartibini ko'rib chiqamiz. 7.10-rasmda tashqi generator ishtirokidagi sinxronizatorni strukturaviy sxemasi keltirilgan. Sxemadagi tashqi generator sifatida kvarts stabilizatsiyasiga ega sinusoidal generator ishlatiladi.

Uzatilgan impulslarni qaytarilish chastotasiga teng chastotali sinusoidal tebranishlarni kvarts generatori (*KG*) generatsiyalaydi. Ushbu tebranishlar kuchaytirgichda kuchaytirilib, cheklovchi (*KCh*) qurilmaga uzatiladi va uning chiqishiga kerakli sath amplitudasi bo'yicha cheklangan manfiy to'g'ri burchakli impulslar hosil bo'ladi.

Ushbu shakllangan impulslar razvyortka generatorini va masofa belgi qurilmalarini ishga tushirish uchun qo'llanadi. Sxemadagi fazainvertor yordamida qabul qilingan impulslarni



7.10-rasm. Sinxronizatorning strukturaviy sxemasi.

qutbi o'zgartiriladi. Ushbu qutbi o'zgartirilgan impulslar ENTni yoritish uchun xizmat qiladi.

Fazainvertorning chiqishidagi impulslar differensial kaskadga ham beriladi. Differensial kaskad impulslarning kengligini kamaytiradi va xarakteristikaning qiyaligini oshiradi. Differensiallovchi kaskadlar chiqishidagi impulslar katod qaytargichiga (KQ) uzatiladi.

Katod qaytargichidagi impulslar kabel orqali uzatgichni modulatoriga beriladi. Katod qaytargichi differensial kaskadni katta chiqish qarshiligi bilan kabelning kichik kirish qarshiligini moslashtirish uchun xizmat qiladi.

Birinchi *DK* chiqishidagi manfiy o'tkir uchli impuls kechiktiruv zanjiriga (*KZ*) uzatiladi. *K3* dagi impuls obyekt tomon uzatilgan impulsning uzatish vaqtiga teng vaqt oralig'i bo'yicha kechiktiriladi. Kechiktirilgan impuls yordamida kutuvchi multivibrator (*KM*) ishga tushiriladi. Multivibratorning chiqishida qabulqilgichni ma'lum bir vaqt bo'yicha yopish uchun ishlatiladigan impulslar shakllanadi.

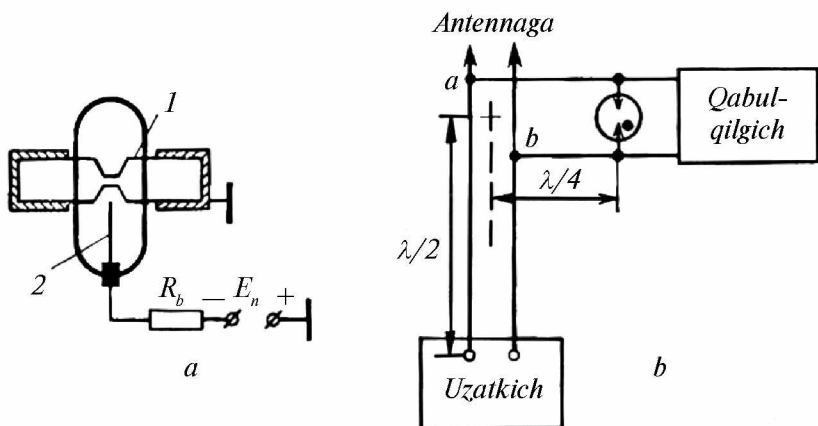
Ushbu sinxronizatorning asosiy afzalligi — masofani yuqori aniqlikda o'lchashi, kamchiligi esa sxemani murakkabligidir.

7.7. Antenna qayta ulagichlar

Impulsi RLSlarda uzatish va qabul qilishda bitta antenna qo'llaniladi, shu sababli antenna ulagichlar (*AU*) kerak bo'ladi. Ushbu ulagich yordamida qaytgan signalni qabul qilishda qabulqilgichga antennani ulab beradi. *AU*siz uzatkichda yuqori quvvat impulslari uzatilganda, qabulqilgichning kirish zanjirlari ishdan chiqadi.

Ulagichlar sifatida gazorazryad priborlar (razryadlovchi) ishlatiladi. Oxirgi davrda yarimto'lqin o'tkazuvchi uch tomon yoki oraliq ko'priklar ishlatiladi.

Razryadlovchi — inert gazi bilan to'ldirilgan ballondan tashkil topib, unga asosiy elektrod (*1*) va o't oldirish elektrodleri (*2*) kavsharlanadi (7.11-rasm).



7.11-rasm. Antennani qayta ulagichi.

Ikki asosiy elektrodlar bukilmas membranalarni tashkil etib, ular ballonni uch qismga ajratadi. Membrananing markazi konus shaklida tayyorlangan. Ionizatsiya gazi hosil bo'lganda konus orasidagi oralik kuchlanishni aniqlaydi.

Halqali kontaktlar elektron holatda razryadlovchini hajm rezonatorlar bilan ulaydi. Bunday razryadlovchilar gazni ionizatsiyalanishiga qadar tarmoqni ulamaydi. Razryad hosil bo'lganda, razryadlovchining qarshiligi amaliy nolga teng bo'ladi.

Elektroddagi kuchlanish kamayishi bilan razryadlovchida gazni deionizatsiyasi hosil bo'lib, razryadlovchining qarshiligi cheksizga yaqinlashadi.

Qabulqilgichga uzatkichning energiyasi xafli bo'lib, razryadlovchini ishdan chiqarishi mumkin. Agar razryadlovchining uchquni oralig'ida bir qancha erkin ionlarga ega bo'lsa (impulsni tarqalishi boshida), unda razryadlovchi tez ishdan chiqadi. Buning uchun razryadlovchida o't oldirish elektrodi qo'llanilib, unga o't oldirish kuchlanishi beriladi.

Razryadlovchining ishdan chiqishi davrida, zanjirdagi tok nolga teng bo'ladi va ∞ qarshilikda kuchlanish yo'qoladi.

Uzatkichning chiqish qarshiligi katta bo'lgan davrda, antenna ulagich sxemasining ishlash tartibini ko'rib chiqamiz. Antenna ulagichining sxemasi 7.11-rasm, b da keltirilgan. Uzatkichning ishlashi davrida, razryadlovchining (I) qarshiligi keskin kamayadi. Razryadlovchi fider chizig'iga nisbatan oraliqda joylashgani uchun a va b nuqtalar orasidagi qarshilik katta bo'ladi. Natijada uzatkichning hamma energiyasi antennaga yo'naltiriladi.

Qaytgan signalni qabul qilish vaqtida energiya kichik bo'lib, razryadlovchi gazlarni ionizatsiyalash imkonini bermaydi.

Santimetrli to'lqinlar diapazonida, energiyalarni uzatishda to'lqin o'tkazuvchilar ishlatiladi. Shunda razryadlovchi hajm rezonatorlarining markazida joylashtiriladi.

8. MEHNATNI MUHOFAZALASH VA TEXNIKA XAVFSIZLIGI

8.1. Texnik vositalarni yong‘indan saqlash

Yong‘inning oldini olish uchun tarmoqqa ulangan qurilmani qarovsiz qoldirmaslik kerak. Uni o‘chirgandan so‘ng tashqi antennani yerga ulab qo‘yish lozim. Momaqaldiroq paytlarida radioqurilmani tashqi antennadan va yoritish tarmog‘idan butunlay uzib qo‘yish tavsiya etiladi. Radioqurilmaning saqlagichi har doim instruksiyada ko‘rsatilgan nominalga mos bo‘lishi kerak. Saqlagich sifatida sim yoki boshqa nostandart o‘tkazgichlardan foydalanish mutlaqo mumkin emas.

8.2. Texnik vositalarni ekspluatatsiya qilishda elektr xavfsizligi

Qurilmalarni ekspluatatsiya qilish davrida elektr xavfsizligiga katta ahamiyat berish kerak. Apparaturaning ochiq joylarini, ayniqsa, elektr tokini o‘tkazuvchi simlarni puxta tekshirish lozim bo‘ladi. Ochiq joylarni izolatsiyalanganiga ishonch hosil qilish kerak. Qurilma korpuslarini yerga ulash lozim, tok o‘tuvchi simlar puxta ulangan, kavsharlangan bo‘lishi kerak.

Uy sharoitida saqlagichlar, lampalar va batareyalarni almashtirishdan tashqari qurilmani qismlarga ajratish bilan bog‘liq bo‘lmagan mayda ta‘mirlash (bo‘shagan dastalarni mahkamlash, shtepsel vilkasini qotirish, shtepsel vilkasini tuzatish va h.k.) mumkin, boshqa barcha hollarda ustaxonaga murojaat qilish zarur.

Tok tarmog‘ining kuchlanishini kuzatib turish juda muhim. Agar kuchlanish nominaldan past bo‘lsa, qurilma notekis, sifatsiz ishlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. *М. Т. Абшаев, И. И. Бурцев.* Руководство по применению радиолокаторов. МРЛ-4, МРЛ-5, МРЛ-6 в системе градозащиты. «Гидрометеиздат», 1980.

2. *В. З. Канцельсон, Н. И. Тимченко.* Основы радиолокации и импульсной техники. «Гидрометеиздат», 1985.

3. *А. А. Abduazizov, А. А. Yormuhamedov.* Radiolokatsiya asoslari. T., 2009.

MUNDARIJA

Kirish	3
---------------------	---

1. RADIOLOKATSIYA HAQIDA UMUMIY TUSHUNCHALAR

1.1. Radiolokatsiyaning vazifalari va qo‘llanilishi.....	5
1.2. Nishonlarning koordinatalarini va harakat tezliklarini aniqlashda amalga oshiriladigan fizik jarayonlar.....	7
1.3. Radiolokatsion stansiyaning texnik xarakteristikalari.....	9

2. NISHONNING KOORDINATASINI VA HARAKAT TEZLIGINI O‘LCHASH USULLARI

2.1. Nishonning masofalarini o‘lchash usullari.....	11
2.1.1. Amplitudaviy usul yordamida nishonning koordinatalarini aniqlash.....	11
2.1.2. Chastotaviy usul yordamida nishonning koordinatalarini aniqlash.....	13
2.1.3. Fazaviy usul yordamida nishonning koordinatalarini aniqlash.....	16
2.2. Nishonning burchak koordinatalarini o‘lchash usullari.....	18
2.2.1. Amplitudaviy usul yordamida nishonning burchak koordinatalarini aniqlash.....	19
2.2.2. Fazaviy usul yordamida nishonning burchak koordinatalarini aniqlash.....	22
2.3. Nishonning radial tezliklarini o‘lchash.....	24

3. DOIRAVIY KUZATUV RADIOLOKATSION STANSIYASINI ISHLAB CHIQISH

3.1. Doiraviy kuzatuv radiolokatsion stansiyasining umumiy strukturaviy sxemasini ishlab chiqish.....	26
3.2. Doiraviy kuzatuv radiolokatsion stansiyasining texnik xarakteristikalarini hisoblash.....	27

3.2.1. Radioto'liqin energiyasining yutilishini hisobga olingan holatida maksimal masofani hisoblash.....	28
3.2.2. Masofa va azimut bo'yicha radiolokatsion stansiyaning real aniqlash qobiliyatini hisoblash.....	30
3.2.3. Masofa va azimutni, real aniqlikda o'lchash jarayonini hisoblash.....	31

4. OBYEKTNING MASOFASI VA YO'NALISHINI AVTOMATIK KUZATISH PRINSIPLARI

4.1. Obyektni masofasi bo'yicha kuzatish.....	34
4.2. Obyektni yo'nalishi bo'yicha kuzatish.....	36

5. RADIOLOKATSIYAGA QARSHI TURISH USHLUBLARI VA RLSNI XALAQITLARDAN MUHOFAZALASH

5.1. Passiv va aktiv xalaqitlar.....	40
--------------------------------------	----

6. HARAkatLANUVCHI OBYEKTlARNI AJRATISH USHLUBLARI

6.1. Harakatlanuvchi obyektlarni kogerent ajratish uslubi.....	43
--	----

7. RADIOLOKATSION STANSIYANING QISMLARI

7.1. Radiolokatsion stansiyaning indikator qurilmalari.....	50
7.2. Indikatorlarda ishlatiladigan razvyortkalar.....	51
7.3. Masofaning razvyortka chizig'i uzunligiga bog'liqligi va masshtab.....	58
7.4. Azimutning masshtab belgilari.....	60
7.5. Indikatorning strukturaviy sxemasi.....	61
7.6. Sinxronizatorlar.....	63
7.7. Antenna qayta ulagichlar.....	65

8. MEHNATNI MUHOFAZALASH VA TEXNIKA XAVFSIZLIGI

8.1. Texnik vositalarni yong'indan saqlash.....	68
8.2. Texnik vositalarni ekspluatatsiya qilishda elektr xafsizligi.....	68

Foydalanilgan adabiyotlar.....	69
--------------------------------	----

M96 Yormuhamedov A.A., Muhamedova D.B.
Radiolokatsion stansiyalarning ishlatilishi va
tuzilishi. Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv
qo'llanma. / T.: «ILM ZIYO», 2015. — 72 b.

UO'K: 621.396.96(075)
KBK: 32.95

ISBN 978-9943-16-223-5

A. A. YORMUHAMEDOV, D. B. MUHAMEDOVA

RADIOLOKATSION STANSIYALARNING ISHLATILISHI VA TUZILISHI

Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma

Toshkent — «ILM ZIYO» — 2015

Muharrir *I. Usmonov*
Badiiy muharrir *M. Burhonov*
Texnik muharrir *F. Samadov*
Musahhah *M. Ibrohimova*

Nashriyot litsenziyasi №AI 275, 15.07.2015-y.

2015-yil 30-dekabrda chop erishga ruxsat berildi. Bichimi 60x90¹/₁₆.

«Times» harfida terilib, ofset usulida chop etildi.

Bosma tabog'i 4,5. Nashr tabog'i 4,0. 50 nusxa. Buyurtma № 36

«ILM ZIYO» nashriyot uyi. Toshkent, Navoiy ko'chasi, 30- uy.

«PAPER MAX» xususiy korxonasida chop etildi.

Toshkent, Navoiy ko'chasi, 30-uy.