

**GENEROLO JONO ŽEMAIČIO
LIETUVOS KARO AKADEMIJA**



**MIKAS SABAITIS
ARŪNAS BALČIŪNAS
JURGIS JANUKEVIČIUS**

R Y Š I A I

II dalis

Mokomoji - metodinė knyga

Vilnius 1999

GENEROLO JONO ŽEMAIČIO
LIETUVOS KARO AKADEMIJA

Mikas Sabaitis
Arūnas Balčiūnas
Jurgis Janukevičius

RYŠIAI

II dalis

Mokomoji - metodinė knyga

Vilnius 1999

UDK 623.6
Ri-121

Mokomoji metodinė knyga skirta Lietuvos karo akademijos kariūnams, krašto apsaugos sistemos kariams, eksploatuojantiems ryšio priemones.

© Generolo Jono Žemaičio
Lietuvos karo akademija,
1999

© Mikas Sabaitis,
Arūnas Balčiūnas,
Jurgis Janukevičius,
1999

ISBN 9986-565-98-7 (2 dalis)
9986-565-36-7 (2 dalys)

PRATARMĖ

Kariuomenės valdymas neįmanomas be informacijos kaitos (ryšio) tarp valdymo sistemos elementų.

Spartus informacijos technologijų ir priemonių tobulėjimas reikalauja žinių apie ryšio sistemas, informacijos kaitos priemones, kas ypač svarbu kariuomenėje.

Ruošiant leidinį atsižvelgta į ryšį reglamentuojančius dokumentus, NATO šalių standartų reikalavimus bei patirtį.

Leidinyje išdėstyta medžiaga, kurią naudinga žinoti visiems kariams, eksploatuojantiems ryšio priemones, taip pat organizuojantiems informacijos kaitą. Leidinio tikslas - supažindinti su karinės ryšių informacinės sistemos reikalavimais, sandara, kūrimo principais, ryšio organizavimu kariuomenės padaliniuose, radijo ryšio pagrindais, radijo trukdžiais ir jų slopinimo būdais, radijo maskuote, informacijos uždarymo aspektais.

Pateiktos ryšio priemonių išdėstymo vietovėje bei neautomatinių uždarojo valdymo sudarymo metodikos gali būti diegiamos visuose kariuomenės valdymo lygiuose.

Leidinyje atitinka Gen. Jono Žemaičio Lietuvos karo akademijos bakalauro studijų programą ir gali būti naudojamas rengiant karinius ryšio specialistus.

Leidinyje mažiau dėmesio skirta ryšio priemonių eksploatavimui, kadangi šie klausimai nagrinėti "Ryšiai" I dalis, LKA, V., 1996 m.

Autoriai reiškia padėką visiems, padėjusiems rengti leidinį. Ypač dėkingi p. Bernardui Šalnai už pateiktą informaciją.

Su dėkingumu autoriai priims Jūsų pastabas ir pasiūlymus, kuriuos prašome siųsti adresu:

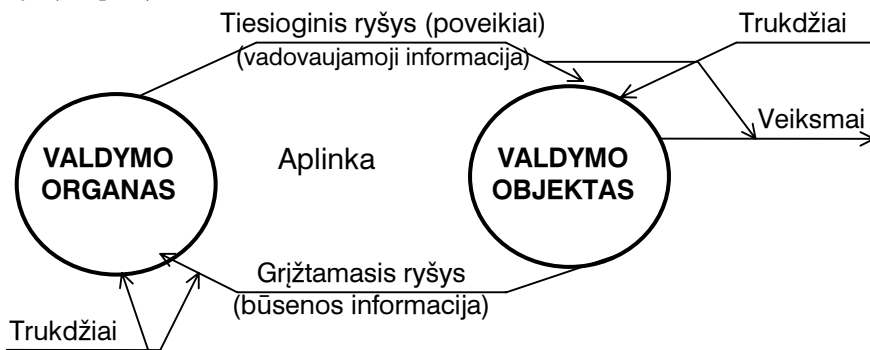
*Šilo 5 A, 2055 Vilnius
Lietuvos karo akademija*

1. KARINĖ RYŠIŲ IR INFORMACIJOS SISTEMA (KRIS)

1.1. BENDRIEJI TEIGINIAI

Kariuomenės valdymas yra viena iš valdymo sričių. Trumpai pasiaiškinsime, kas yra valdymas apskritai, po to - kas yra kariuomenės valdymas. Valdymą nagrinėsime kaip veiksmus ir poveikius.

Valdyme dalyvauja valdymo organai, valdymo objektai. Valdymas vyksta tam tikroje aplinkoje, funkcionuojant valdymo sistemai. Valdymo organas veikia valdymo objektą. Valdymo objekto veiksmai turi užtikrinti gautų poveikių vykdymą ir apie jų vykdymą informuoti valdymo organą. Valdymo organas ir valdymo objektas sąveikauja uždaroje valdymo sistemoje (1.1 pav.).



1.1 pav. Valdymo sistema

Valdymo sistemoje tiesioginiu ryšiu perduodama vadovaujamoji informacija, kurią turi atitikti valdymo objekto veiksmai. Grįžtamasis ryšys naudojamas perduoti informacijai apie valdymo objekto veiksmus, jų padarinius ir objekto būseną.

Valdymo procesas vyksta aplinkoje, supančioje valdymo organą ir objektą, kurioje yra trukdžiai, trukdantys informacijos kaitai, valdymo organo ir objekto veiksams.

Valdymas yra valdymo organo kryptingas poveikis valdymo objektui, kurio tikslas užtikrinti valdymo objekto veiksmingumą.

Labai svarbu, ypač karo dalykuose, suprasti valdymo esmę. Tuomet galima:

- nurodyti valdymo organų ir objektų paskirtį, funkcijas;
- optimizuoti valdymo sistemos struktūrą;
- gerinti valdymo sistemos veikimo metodus;
- diegti naujas technines valdymo priemones.

Kariuomenės valdymo sistemą klasikiniu požiūriu galima pateikti kaip valdymo organo ir valdymo objekto sąveiką (1.1 pav.). Šiuo atveju valdymo organas - vadas, štabas, valdymo objektas - padaliniai, kariai, ginkluotė.

Kariuomenės valdymo sistema yra daugiapakopė, todėl valdymo organas žemesniame lygyje (pvz., kuopa - būrys) tampa valdymo objektu aukštesniame lygyje (pvz., batalionas - kuopa).

Valdymo organai ir valdymo objektai išsidėsto kariuomenės valdymo sistemos elementuose (vadavietėse, štabuose, valdymo punktuose ir kt.).

Kariuomenės valdyme tiksliniu požiūriu galima išskirti kovinį valdymą, aprūpinimo valdymą (logistiką), personalo vadybą bei bendrąją vadybą.

Kovinio valdymo tikslas - pasiekti reikiamą kariuomenės kovinės parengties lygį, užtikrinantį kovos užduočių vykdymą taikos metu, krizinių situacijų bei karo atveju.

Aprūpinimo valdymo (logistikos) tikslas - užtikrinti kariuomenės aprūpinimą kovos technika, ginkluote, šaudmenimis, transportu, amunicija, maistu, medikamentais ir kt.

Personalu vadybos tikslas - užtikrinti, kad kariuomenėje būtų reikiamas skaičius tam tikros kvalifikacijos karių ir civilių darbuotojų taikos metu, krizinių situacijų bei karo atveju, garantuoti jų parengimą ir tobulinimą.

Kariuomenės bendrosios vadybos tikslas - užtikrinti kariuomenės veiklą, jos vystymo perspektyvas bei ryšius su visuomene ir kitų šalių ginkluotosiomis pajėgomis.

Paaškinsime tik kovinio valdymo sampratą, nes visi teiginiai atitinka ir kitus valdymo aspektus.

Kovinio valdymo apibrėžimas yra pateiktas Kovos statute (būrys, skyrius).

Kovinis valdymas yra vado, štabo kryptingas poveikis kariams, užtikrinantis jų ir ginkluotės veiksmingumą.

Matome, kad tai atitinka valdymo sistemą, pateiktą 1.1 pav.

Kryptingas poveikis (1.1 pav.), perduodamas tiesioginiu ryšiu, gali būti: kovinis įsakymas, reikalavimas, nurodymas ir pan.

Grįžtamuju ryšiu perduodama informacija apie kryptingo poveikio įvykdymą, valdymo organo būseną, trukdžius ir kt.

Valdymo organo ir valdymo objekto sąveika vyksta tam tikroje aplinkoje, veikiant trukdžiams. Trukdžiai šiuo atveju yra priešas, jo veiksmas, vietovė, klimatinės sąlygos (oro temperatūra, drėgmė, krituliai, vėjas) ir kt.

Šiuolaikinei karinei valdymo sistemai būdinga tai, kad ji yra gana sudėtinga, veikia dideliuose plotuose, esant dideliame padalinių, ginkluotės veiksmų ir pačios valdymo sistemos dinamiškumui, taip pat priešo poveikių stiprumui bei netikėtiems kovos situacijos pokyčiams.

Šios karinės valdymo sistemos savybės kelia tokius, kovinio valdymo reikalavimus:

tvirtumas ir nepertraukiamumas;
operatyvumas;
uždarumas.

Kartais karinėje literatūroje, išvardijant kovinio valdymo reikalavimus, vietoje “tvirtumas” vartojamas “ryžtingumas”. Mūsų nuomone, tvirtumas karinio valdymo požiūriu yra platesnė sąvoka.

Aukščiau išvardyti reikalavimai gali būti įvykdomi:

1. Tvirtumas ir nepertraukiamumas:

žinant kovos situaciją, teisingai ją vertinant;
vadui laiku priimant sprendimą, perduodant įsakymą pavaldiniams bei kontroliuojant, kaip vykdomas sprendimas;
nuolat veikiant ryšiams;
apsaugant valdymo sistemą nuo visokių trukdžių, priešo ginklo panaudojimo ir žvalgybos.

2. Operatyvumas:

žinant kovos situaciją ir greitai reaguojant į jos pakitimus.

3. Uždarumas:

tik nustatytam vartotojų skaičiui suprantant valdymo informaciją;
laikant paslapyje viską, kas susiję su pasirengimu kovos veiksmams ir jų vedimu;

kai visi kariai vykdo uždarojo valdymo reikalavimus, keičiamasi informacija pagal taisykles ir saugoma karinė paslaptis.

Karinės valdymo sistemos sandara atspindi kariuomenės organizacinę struktūrą.

Kariuomenė, kaip valdymo objektas, yra sudėtinga sistema, kurios elementai yra kariuomenės rūšys su savo daliniais (padaliniais).

Kariuomenės rūšys, kaip valdymo sistemos elementai, skiriasi tarp savęs sandara, užduotimis, veikimo būdais, ginkluote. Be to, kiekvienas iš valdymo sistemos elementų (pvz., kariuomenės rūšys) gali būti apibūdintas kaip atskira valdymo sistema arba posistemis, susijęs su aukštesniais ir žemesniais valdymo sistemos elementais. Pats žemiausias karinio valdymo

sistemos posistemis yra karys ir ginklas. Kur karys - valdymo organas, o ginklas - valdymo objektas.

Karinės valdymo sistemos sandarą ir veiklą galima nagrinėti kaip trijų, susijusių tarp savęs, - pareigybinės, organizacinės ir techninės - dalių visumą.

Pareigybinė valdymo sistemos dalis - sistemos pareigūnų funkcinė veikla, vykdant savo pareigas, jų veiklos metodai, pareigūnų tarpusavio, taip pat valdymo organų ir valdymo objektų tarpusavio santykiai.

Organizacinė valdymo sistemos dalis - visos sistemos organizacinė - etatinė sandara, taip pat vadaviečių, valdymo punktų, kitų valdymo sistemos elementų sandara, dislokacija bei jų sąveika.

Techninė valdymo sistemos dalis - techninės priemonės ir jų naudojimas kariuomenės valdyme. Techninė priemonė gali būti: ryšio, informacijos gavimo, apdorojimo, pateikimo, dauginimo bei saugojimo priemonės; automatinės valdymo sistemos; duomenų bazės; operatyvių taktinių skaičiavimų priemonės; specialios vadovavimo mašinos ir kt.

Kovinio valdymo pagrindas yra vado sprendimas. Vadas vadovauja asmeniškai ir kartu su štabu naudodamas karinio valdymo sistemą arba atskirus jos elementus.

Vadas sprendimą priima apibendrinęs gautus iš pavaldinių ir per technines valdymo priemones duomenis apie priešą, savo dalinį, šalia dislokuotus dalinius, aplinką (radiacinę, cheminę, bakteriologinę), vietovę, meteorologines ir dislokacijos vietas ekonomines bei politines sąlygas.

Koviniu valdymu pasiekiamas tikslas, jeigu yra laikomasi valdymo principų. Tokie principai gali būti:

1. vienvaldystė;
2. visų grandžių valdymo centralizacija (pavaldiniams leidžiama rodyti iniciatyvą, aptariant užduočių vykdymo būdus);
3. tvirtumas ir atkaklumas, vykdant priimtus sprendimus;
4. operatyvus reagavimas į kovos situacijos pokyčius;
5. valdymo nepertraukiamumas ir uždaramas;
6. vado sprendimo vykdymo kontrolė;
7. vadų atsakomybė už priimtus sprendimus, panaudotas pajėgas ir užduočių vykdymo rezultatus.

Kovos užduočių sėkmingas vykdymas neįmanomas be gerai veikiančios ryšių informacinės sistemos.

Kariuomenės valdymo sistemoje informacijos kaitą tiesioginiu ir grįžtamuju ryšiais (1.1 pav.), taip pat jos apdorojimą, pateikimą bei saugojimą atlieka KRIS. Šiam tikslui gali būti naudojamos karinės, valstybinės ir kitų institucijų ryšio informacinės priemonės.

Informacijos kaitą (perdavimą, priėmimą, apdorojimą bei pateikimą) tarp informacijos šaltinio ir gavėjo vadiname *ryšiu*.

Ryšiai yra pagrindinė priemonė, užtikrinanti kariuomenės valdymą. Neveltui sakoma, valdymo nėra, jeigu nėra ryšio.

Pateiksim KRIS apibrėžimą:

KRIS - ryšių ir informacijos pajėgų, ryšio ir informacinių priemonių, išdėstytų vietovėje, visuma, užtikrinanti ryšį tarp kariuomenės valdymo sistemos elementų.

Ryšių ir informacijos pajėgos - ryšių padaliniai (batalionas, kuopa, būrys, skyrius) ir specialistai, eksploatuojantys KRIS sistemos elementus.

Ryšio ir informacinės priemonės - kariuomenės valdymo taikos ir karo metu techninė bazė. Jas sudaro įvairi ryšio ir informacinė technika (laidinė, radijo, radiorelinė, kompiuterinė, palydovinė, telegrafinė, teleksinė, faksimilinė, uždarojo valdymo, informacijos apdorojimo, saugojimo ir pateikimo), informacinės duomenų bazės, specialūs informacijos apdorojimo algoritmai ir programos, taip pat signalinės priemonės ir paštas.

1.1.1. KRIS reikalavimai

Kariuomenės valdymo sistemos funkcionavimo efektyvumas priklauso nuo reikalavimų, keliamų kariuomenės valdymui (tvirtumo, nepertraukiamumo, operatyvumo ir uždarumo), vykdymo.

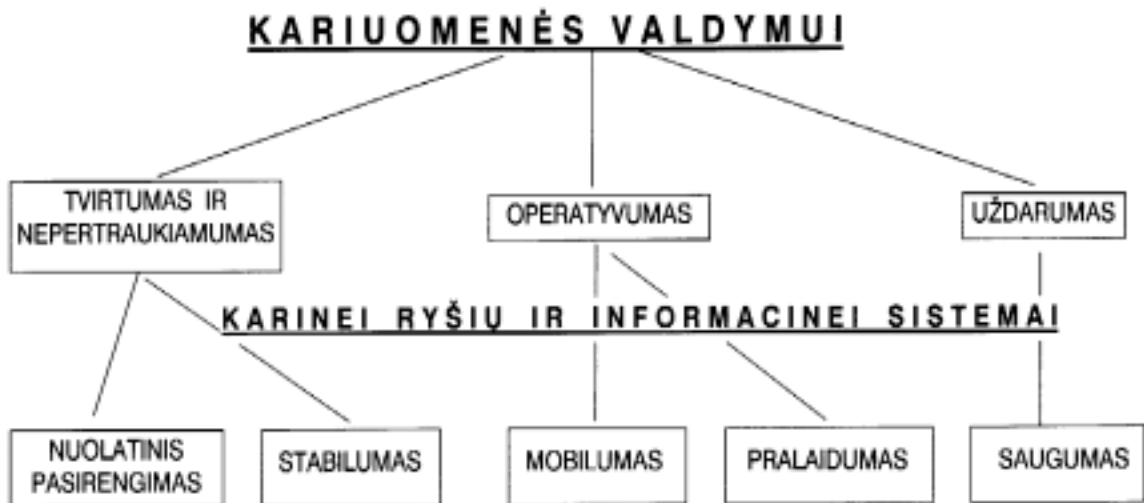
KRIS, kaip kariuomenės valdymo sistemos dalis, taip pat turi atitikti reikalavimus, keliamus kariuomenės valdymui.

Atsižvelgdami į reikalavimus, keliamus kariuomenės valdymui, ir į valdymo informacijos kaitos svarbą bei ypatumus, pateiksime galimus KRIS reikalavimus: *nuolatinis pasirengimas, stabilumas, mobilumas, pralaidumas ir saugumas*.

Trumpai paaiškinsim šiuos (1.2 pav.) reikalavimus, kaip jie realizuojami, bei pateiksim jų atitikimą kariuomenės valdymo reikalavimams.

1. Nuolatinis pasirengimas - ryšio tarp kariuomenės valdymo sistemos elementų užtikrinimas bet kuriuo momentu.

KRIS nuolatinis pasirengimas realizuojamas dokumentų, reglamentuojančių KRIS funkcionavimą, rengimu bei vykdymu, techninių priemonių eksploatavimu bei specialistų parengtimi ir kt.



6

1.2. KRIS reikalavimai, keliami kariuomenės valdymui

Šis reikalavimas atitinka kariuomenės valdymo reikalavimus - tvirtumą ir nepertraukiamumą. Vadinasi, ryšys turi būti nustatytu laiku.

2. *Stabilumas* - ryšio tarp kariuomenės valdymo sistemos elementų užtikrinimas bet kokiomis aplinkybėmis, net esant priešų bei trukdžių poveikiams.

KRIS stabilumas realizuojamas organizacinėmis ir techninėmis priemonėmis, tokiomis kaip: ryšio priemonių eksploatavimo organizavimas ir vykdymas, ryšio priemonių rezervo naudojimas, maskuotė, kova su trukdžiais, specialistų parengtis ir kt.

KRIS stabilumas atitinka kariuomenės valdymo sistemos tvirtumą ir nepertraukiamumą. Jis reiškia ryšių patikimumą, patvarumą ir atsparumą trukdžiams.

3. *Mobilumas* - ryšio tarp judančių kariuomenės valdymo sistemos elementų užtikrinimas.

Realizuojamas naudojant mobilius KRIS elementus. Mobilumas papildo KRIS stabilumą (ryšio patvarumą).

Atitinka kariuomenės valdymo operatyvumą.

4. *Pralaidumas* - nurodyto informacijos kiekio kaitos tarp kariuomenės valdymo sistemos elementų užtikrinimas per nustatytą laiko intervalą.

KRIS pralaidumas realizuojamas organizacinėmis ir techninėmis priemonėmis, tokiomis kaip: vado įsakymas (štabo viršininko nurodymai) dėl ryšių (nustatoma ryšio priemonių naudojimo pagal paskirtį tvarka), ryšio priemonės (jų informacijos kaitos galimybės) bei specialistų parengtis ir kt.

Pralaidumas atitinka kariuomenės valdymo sistemos operatyvumą. Jis reiškia ryšio spartą (informacijos kaitą per laiko vienetą), taip pat tikrumą (informacijos kaitą be klaidų), nes perdavus informaciją su klaidomis, jos kartojamos, o tai mažina pralaidumą.

Techninėje literatūroje vietoj termino “ryšio sparta” kartais vartojamas terminas “laidumas”.

5. *Saugumas* - pasipriešinimo netikros informacijos įvedimui ir priešų žvalgybai užtikrinimas.

KRIS saugumas realizuojamas organizacinėmis ir techninėmis priemonėmis: uždarojo valdymo planu, instrukcijomis, informacijos kaitos taisyklėmis, ryšio drausme, taip pat kariuomenės uždarojo valdymo priemonių naudojimu, specialistų parengtimi ir pan.

KRIS saugumas atitinka kariuomenės valdymo sistemos uždarumą. Jis išreiškiamas ryšio uždarumu, ryšio drausme bei maskuote.

Išvardyti reikalavimai vykdomi tiek KRIS kūrimo, tiek ir jos funkcionavimo metu. Reikalavimų realizavimas, kuriant KRIS skirtingais principais, išdėstytas žemiau.

1.2. KRIS KŪRIMO PRINCIPAI, SANDARA, IŠDĖSTYMAS VIETOVĖJE

1.2.1. KRIS kūrimo principai

KRIS kūrimo principai, sandara ir elementų dislokacija priklauso nuo:

šalies karinės doktrinos, kariuomenės valdymo koncepcijos; kariuomenės sandaros, dislokacijos, ginkluotės bei užduočių karo metu, krizinių situacijų atveju ir taikos laikotarpiu;

kariuomenės valdymo sistemos užduočių, sandaros, dislokacijos, jos elementų techninio lygio;

teritorijos, kurioje veikia kariuomenė, ploto ir savybių bei klimato;

šalies ekonominių sąlygų (finansavimo).

Išvardytos aplinkybės lemia valdymo informacijos apimtį, kaitos sąlygas, ryšio ir informacinių pajėgų bei priemonių skaičių, tipus, dislokaciją.

KRIS, kaip ir karinės valdymo sistemos, sandarą ir veiklą galima nagrinėti kaip trijų, susijusių tarp savęs, - pareigybinės, organizacinės ir techninės - dalių visumą.

Pareigybinė KRIS dalis - pareigūnų funkcinė veikla, atliekant savo pareigas, jų veiklos metodai, tarpusavio santykiai, taip pat visų sistemos elementų tarpusavio sąveika.

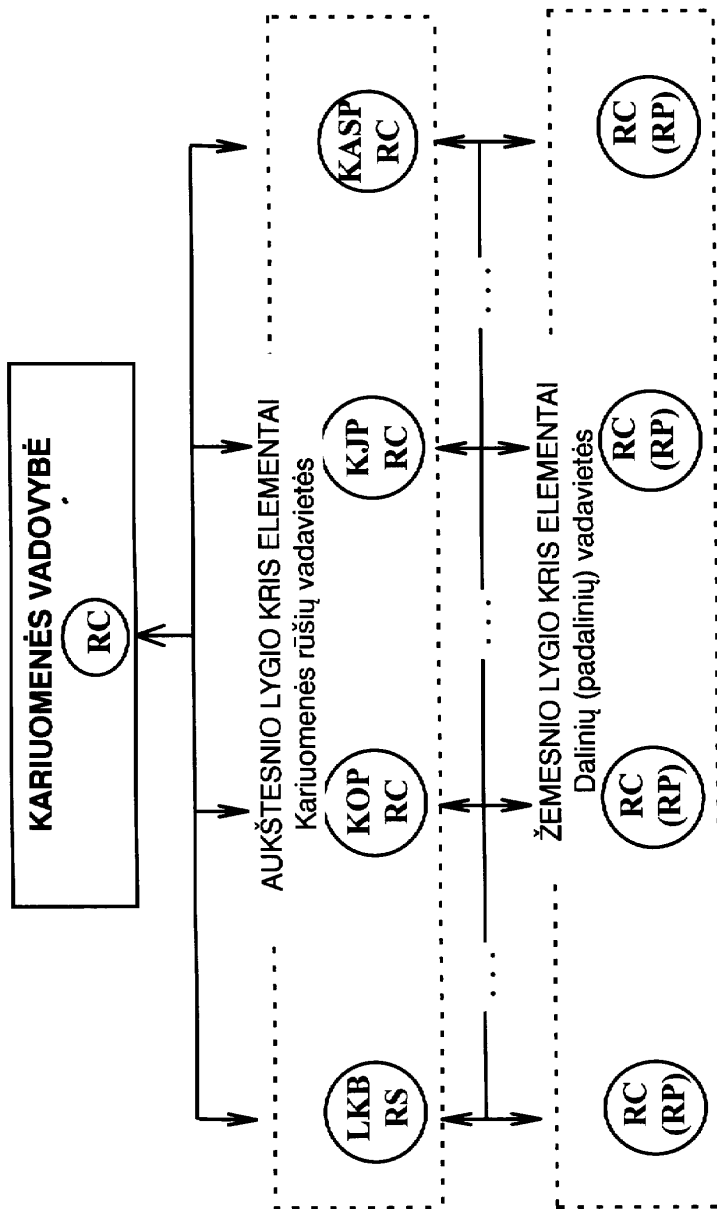
Organizacinė KRIS dalis - sistemos organizacinė ir etatinė sandara, jos elementų pavaldumas, dislokacija bei sąveika.

Techninė KRIS dalis - techninės ryšio ir informacinės priemonės, jų eksploatavimas.

Žemiau nagrinėsime tik organizacinę KRIS dalį.

Organizaciniu požiūriu KRIS gali būti kuriama skirtingais principais: pavaldumo, teritoriniu, kombinuotu bei tinkliniu.

1. Pavaldumo principu KRIS kuriama dviejų lygių: aukštesnio ir žemesnio. 1.3 pav. pateikti KRIS elementai: ryšių centrai (RC) ir ryšių punktai (RP).



1.3 pav. KRIS pavaldomo principu

Aukštesnio lygio sistemos elementai (RC) pavaldūs kariuomenės vadovybei (Kariuomenės vadui, Gynybos štabui) ir užtikrina valdymo informacijos kaitą tarp kariuomenės vadovybės ir kariuomenės rūšių vadovybės, taip pat sąveiką tarp dalinių (padalinių).

Žemesnio lygio ryšių sistemos elementai (RC, RP) pavaldūs kariuomenės rūšies vadovybei, dalinių (padalinių) vadams ir užtikrina valdymo informacijos kaitą tarp kariuomenės rūšies vadovybės ir jos dalinių (padalinių).

Šiuo principu sukurtos sistemos elementai išdėstomi kariuomenės rūšių, dalinių (padalinių) vadavietėse.

Pavaldumo principu sukurta ryšių sistema reikalauja:

daug ryšių pajėgų ir priemonių;

centralizuoto kovinio valdymo;

kruopštaus sąveikos organizavimo tarp kariuomenės rūšių ir jų dalinių (padalinių).

Tokios karinių ryšių sistemos buvo kuriamos didelėse šalyse, turinčiose gausias kariuomenes. Pvz.: Rusija, Kinija ir kt.

Šiuo principu kuriama KRIS gerai užtikrina kariuomenės valdymą nuolatinėse dislokacijos vietose. Esant dideliame karinių dalinių judėjimui, taip pat krizinių situacijų atveju, kai labai svarbi sąveika tarp karinių dalinių, priklausančių skirtingoms kariuomenės rūšims, sistemos, sukurtos pavaldumo principu, efektyvumas mažėja.

2. Teritoriniu principu KRIS kuriama priklausomai nuo karinių dalinių dislokacijos ir užtikrina valdymo informacijos kaitą tarp visų (nepriklausomai nuo kariuomenės rūšies) karinių dalinių, dislokuotų toje pačioje vietovėje (rajone). Šiuo atveju sistemos elementai RC (RP) pavaldūs dislokacijos vietoje vyresniajam vadui ir išsidėsto jo vadavietėje (1.4 pav.).

Teritoriniu principu sukurta KRIS reikalauja:

mažiau ryšių pajėgų ir priemonių, negu kuriant pavaldumo principu;

lengviau sprendžiami sąveikos klausimai;

gerai užtikrina kariuomenės valdymą nuolatinėse dislokacijos vietose.

Teritoriniu principu KRIS kuriamos didelėse šalyse su gausiomis kariuomenėmis arba šalyse, kurių kariuomenė dislokuojama teritorijoje nevienodu tankiu, t.y. kai kariuomenė sutelkiama atskiruose rajonuose. Panaši sistema funkcionuoja Kinijoje.

Teritoriniu požiūriu sukurtos KRIS efektyvumas mažėja, jeigu turi būti naudojami mobilūs ryšių sistemos elementai

3. *Kombinuotu principu* KRIS kuriama naudojant pavaldumo ir teritorinį principus. Skiriami du lygiai: aukštesnis ir žemesnis.

Aukštesniame lygyje sistema išlieka tokia pati, kaip kuriant pavaldumo principu.

Žemesniame lygyje sistema kuriama pagal teritorinį principą.

Šiuo principu sukurta KRIS reikalauja:

daug pajėgų ir priemonių, kaip ir sukurta pavaldumo principu, jeigu kariuomenė tolygiai dislokuota visoje šalies teritorijoje;

centralizuoto kariuomenės valdymo.

Sąveika tarp kariuomenės rūšių šiuo atveju užtikrinama geriau, negu kuriant KRIS teritoriniu principu.

Tokia KRIS funkcionuoja Rusijoje.

4. *Tinkliniu principu* KRIS kuriama išdėstant sistemos elementus visoje šalies teritorijoje taip, kad iš bet kurios šalies vietos būtų užtikrintas ryšys.

Atstumas tarp sistemos elementų priklauso nuo ryšio priemonių taktinių ir techninių duomenų bei vietovės savybių.

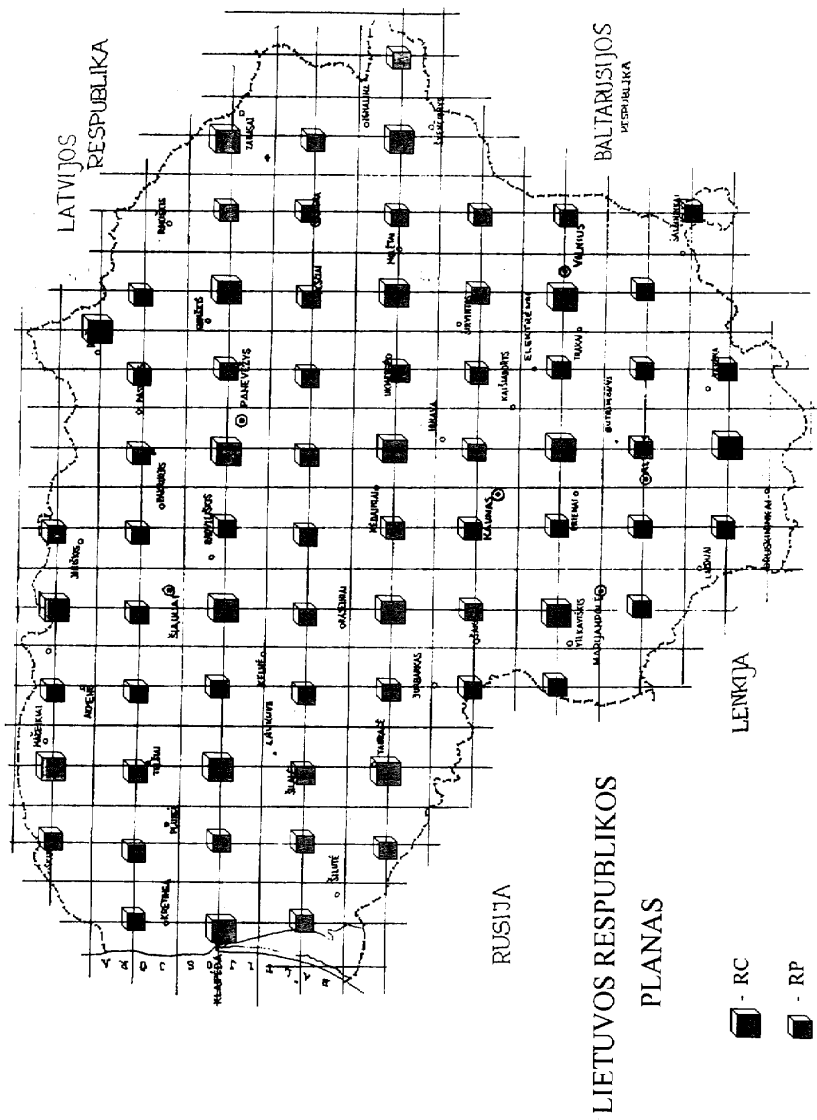
Kaip pavyzdys 1.5 pav. pateiktas Lietuvos Respublikos planas ir išdėstyti KRIS, kuriamos tinkliniu principu, elementai: ryšių centrai ir ryšių punktai.

Tinkliniu principu KRIS gali būti kuriama kaip vieninga visai šaliai ir turi būti pavaldi šalies vadovybei arba vienai iš valstybės institucijų (pvz., KAM). Sistemos elementai turi būti eksploatuojami aukštos kvalifikacijos specialistų (kariškių arba civilių), pavaldžių centriniam organui (pvz., centriniam ryšių centrui). Ji galėtų užtikrinti informacijos kaitą ne tik karinių struktūrų, bet ir kitų valstybinių bei nevalstybinių institucijų. Toks kūrimo būdas gerai išspręstų finansines problemas. Pvz., akumuliuojant iš įvairių institucijų finansavimo šaltinių išskirtas lėšas, nes kuriant sistemą šiuo principu, reikia daug ryšio priemonių ir pajėgų.

Sukurta tinkliniu principu KRIS užtikrina informacijos kaitą tarp stacionarių ir mobilių ryšio priemonių. Esant daugiakanalėms ryšio priemonėms, taip pat naudojant palydovinius ryšius bei šviesolaidžius, užtikrinama informacijos kaita tarp bet kurių valdymo sistemos elementų nepriklausomai nuo jų dislokacijos vietos ir pavaldumo, su reikiamu aplenkamųjų kanalų skaičiumi.

Panaši ryšių sistema sukurta JAV ir kitose išsivysčiusiose šalyse.

Atliksime trumpą KRIS, kuriant jas aukščiau išvardytais principais, reikalavimų vykdymo galimybių analizę.



1.5 pav. KRIS tinkintu principu

Nuolatinis pasirengimas - geriausiai gali būti vykdomas, kuriant KRIS pavaldumo principu, nes šiuo atveju dominuoja vienvaldystės KRIS elementais principas.

Sudėtingiausiai šis reikalavimas vykdomas KRIS, sukurtoje teritoriniu ir tinkliniu principu. Tai gali būti aiškinama tuo, kad naudojant šiuos principus kurti KRIS, reikalingas griežtas KRIS elementų funkcionavimo reglamentavimas bei optimalus sąveikos tarp kariuomenės valdymo sistemos elementų organizavimas.

Stabilumas - geriausiai gali būti vykdomas kuriant KRIS tinkliniu principu. Nors vykdant šį reikalavimą dominante yra ryšio priemonių duomenys (patikimumas, patvarumas bei atsparumas trukdžiams), bet sukurtoje tinkliniu principu KRIS galima organizuoti daugiau aplenkiamųjų (papildomų) ryšio kanalų, optimaliai naudoti ryšio priemonių rezervą, organizuoti trukdžių šalinimą, maskuotę. Visa tai didina KRIS stabilumą.

Sudėtingiausiai šis reikalavimas vykdomas kuriant KRIS pavaldumo ir kombinuotu principu. Tai aiškinama tuo, kad realizuojant šiuos principus KRIS kurti, mažėja aplenkamųjų (papildomų) ryšio kanalų skaičius, reikalingas didesnis (negu kuriant tinkliniu principu) ryšio priemonių rezervas, sudėtingiau slopinti trukdžius bei organizuoti maskuotę.

Mobilumas - geriausiai gali būti vykdomas kuriant KRIS tinkliniu principu, nes tai užtikrina ryšį iš bet kurio šalies teritorijos taško. Savaime suprantama, kad dominantė vykdant šį reikalavimą, yra ryšio priemonių ir kariuomenės valdymo sistemos elementų mobilumas.

Sudėtinga realizuoti šį reikalavimą kuriant KRIS pavaldumo ir kombinuotu principais. Šiuo atveju reikia turėti daug ryšio priemonių bei gerai organizuoti ir vykdyti sąveiką tarp kariuomenės valdymo sistemos elementų.

Pralaidumas - geriausiai gali būti vykdomas kuriant KRIS tinkliniu principu, nes galima organizuoti aplenkiamuosius (papildomus) ryšio kanalus bei optimizuoti informacijos srautus.

Suprantama, kad vykdant šį reikalavimą dominantė yra ryšio priemonių techniniai duomenys, lemiantys informacijos kiekį, kuriuo galima pasikeisti per laiko vienetą.

Sudėtingiausia realizuoti šį reikalavimą KRIS, sukurtose teritoriniu principu. Šiuo atveju būtinas griežtas ryšio reglamentavimas (ypač lokalių krizinių situacijų bei karo atveju), optimalus sąveikos tarp kariuomenės valdymo sistemos elementų organizavimas ir vykdymas.

Saugumas - geriausiai gali būti realizuotas KRIS, kuriuose pavaldumo bei tinkliniu principais. Šis principas reikalauja griežtai reglamentuoto kariuomenės uždarojo valdymo (KUV), ryšio drausmės bei maskuotės or-

ganizavimo ir vykdymo. Optimaliausiai realizuojama KRIS, sukurtose pavaldumo bei tinkliniu principais, nes sistemos elementai yra pavaldūs vienam vadui, kuris organizuoja ir vykdo KUV, informacijos kaitą, maskuotę bei kontrolę.

Sudėtingiausiai šis reikalavimas vykdomas kuriant KRIS teritoriniu principu, nes reikalauja griežto KUV ir ryšio reglamentavimo bei kontrolės. Tai atlikti yra sudėtinga, kai informacija pateikiama iš skirtingų kariuomenės rūšių vadaviečių.

1.2.2. KRIS sandara

Organizaciniu ir techniniu požiūriu KRIS sudaro (1.6 pav.):
ryšių centrai (RC) ir ryšių punktai (RP);
radijo retransliavimo punktai (RRP);
ryšio ir informacinės priemonės valdymo sistemos elementuose (vadavietėse, valdymo punktuose, štabuose, padaliniuose ir kt.);
rezervo ryšių pajėgos ir priemonės;
remonto ir techninės priežiūros įmonės;
ryšio priemonių saugyklos ir sandėliai.

1. RC (RP) užtikrina valdymo informacijos kaitą, jos pateikimą, apdorojimą ir saugojimą tarp kariuomenės valdymo sistemos elementų, išdėstytų jų veikimo zonoje.

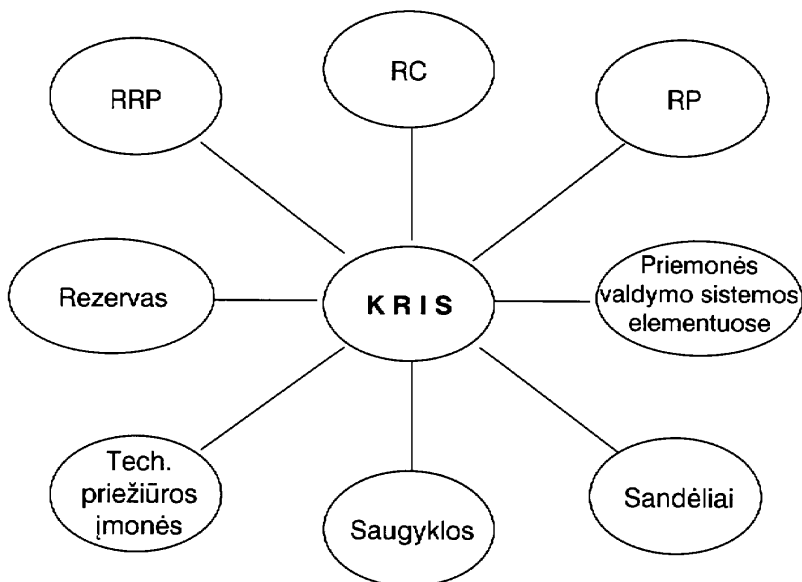
RC (RP) gali būti stacionarūs ir mobilūs.

Stacionarūs RC (RP) - ryšio priemonės, naudojamos pagal paskirtį nuolatinėje dislokacijos vietoje. Ryšio priemonės montuojamos pastatuose, požeminiuose įrenginiuose ir t.t.

Mobilūs RC (RP) - ryšio priemonės, kurių dislokacijos vieta eksploatuojant gali būti keičiama. Ryšio priemonės, montuojamos transporto bazėje (valdymo mašinos, kovos mašinos, šarvuočiuose, automobiliuose, lėktuvuose, laivuose ir kt.).

RC (RP) sandara priklauso nuo KRIS kūrimo principų bei turimų ryšio ir informacinių priemonių. Tai gali būti: radijo, laidinio ryšio, kompiuterinio, palydovinio ryšio informacijos apdorojimo, pateikimo bei saugojimo priemonės ir kt.

RC dislokuojami taip, kad užtikrintų informacijos kaitą tarp šalia dislokuotų RC, (2-4) RP ir kitų ryšio priemonių, dislokuojamų RC veikimo zonoje.



RC įrengiami, esant didelei informacijos apimčiai.

RP dislokuojami taip, kad užtikrintų informacijos kaitą tarp ryšio priemonių (informacijos šaltinių), esančių valdymo sistemos elementuose, kitų RP, RC, dislokuojamų RP veikimo zonoje.

RC (RP) veikimo zona - vietovės ir erdvės taškai, iš kurių galimas ryšio palaikymas (informacijos kaita) tarp RC (RP) ryšio priemonių ir valdymo sistemos elementų (informacijos šaltinių ir gavėjų).

RC (RP) veikimo zonos matmenys priklauso nuo ryšio priemonių, išdėstytų RC (RP) ir valdymo sistemos elementuose, taktinių ir techninių duomenų, vietovės ir atmosferos sąlygų.

2. Radijo retransliavimo punktai (RRP) turi užtikrinti informacijos kaitą tarp šalia dislokuotų retransliacijos punktų ir RC (RP).

RRP sudaro daugiakanalės radiorelinės ir radijo stotys, laidinio ryšio priemonės, tankinamoji aparatūra ir kt.

Atstumas tarp RRP priklauso nuo ryšio priemonių taktinių ir techninių duomenų, vietovės, atmosferos sąlygų.

3. Valdymo sistemos elementuose (vadavietėse, valdymo punktuose, štabuose, padaliniuose ir pan.) ryšio ir informacinės priemonės naudojamos valdymo informacijos kaitai, apdorojimui, pateikimui bei saugojimui.

Tai gali būti stacionarios arba mobilios ryšio priemonės, (pavyzdžiui, radijo stotys, paketinio ryšio priemonės, faksai, teleksai, laidinio ryšio priemonės kompiuteriai ir kt.), duomenų bazės, algoritmai, programos, bei specialieji aparatai ir pan.

4. Rezervo ryšių pajėgos ir priemonės dislokuojamos pagal vado, kuriam paskirtas rezervas, nurodymus ir naudojamos pagal mobilizacijos poreikius krizinių situacijų ir karo atveju.

5. Remonto ir techninės priežiūros įmonės užtikrina ryšio priemonių remontą ir techninę priežiūrą (reglamentus).

6. Ryšio priemonės, gaunamos iš gamyklų, perduodamos į sandėlius, iš kurių išduodamos naudoti pagal paskirtį arba perduodamos į saugyklas.

7. Į saugyklas perduodamos ryšio priemonės, kurių naudojimas pagal paskirtį artimiausiu metu nenumatomas. Saugyklose atliekama ryšio priemonių techninė priežiūra.

KRIS ryšio ir informacinės priemonės naudoja pagal paskirtį ir prižiūri specialistai (kariai, civiliai), turintys reikiamą kvalifikaciją. Organizaciniu požiūriu jie gali užimti valdymo sistemos elementų etatus arba būtina paskirti į kitus ryšių ir informacijos padalinius.

Kiekviena ryšių ir informacijos padalinio dislokacijos vieta nustatoma vadų, kuriems jie pavaldūs, įsakymais.

1.2.3. KRIS išdėstymo vietovėje metodika

Ryšio ir informacinių priemonių **dislokaciją** šalies teritorijoje lemia:

1. kariuomenės sandara, užduotys, dislokacijos ir galimos veikimo vietos;

2. pasirinktas KRIS kūrimo principas (pavaldumo, teritorinis, kombinuotas, tinklinis);

3. turimas KRIS ryšio ir informacinių priemonių skaičius bei jų taktiniai ir techniniai duomenys (veikimo nuotoliai, darbo dažniai, ryšio sparta ir kt.);

4. vietovės, kurioje dislokuojamos ryšio ir informacinės priemonės, savybės (reljefas, trukdžiai ir kt.) bei klimatinės sąlygos.

Kariuomenės užduotys, dislokacijos vietos bei KRIS kūrimo principas (pvz., tinklinis) nustato bendrą KRIS organizacinę ir etatinę struktūrą, jos elementų išdėstymą nenurodant konkrečių dislokacijos vietų (atstumų tarp sistemos elementų).

Apžvelgsime KRIS elementų išdėstymą vietovėje. Ryšio ir informacinės priemonės valdymo sistemos elementuose išdėstomos vado nurodymu vadavietėse, valdymo punktuose, štabuose, padaliniuose ir kt.

Rezervo ryšių pajėgos bei priemonės išdėstomos ir naudojamos pagal vado nurodymus (paprastai tai mobilus RC, RP) KRIS sustiprinimui arba, esant pažeidimams, jos funkcionavimo atkūrimui bei mobilizacijos poreikiams. Rezervo pajėgų ir priemonių dislokacijos vieta gali keistis priklausomai nuo kariuomenės užduočių ir kovos veiksmų vietos.

Remonto ir techninės priežiūros įmonės bei sandėliai ir saugyklos dislokuojamos vietose, kuriose yra optimalios sąlygos jiems funkcionuoti bei užduotims vykdyti.

Konkrečios KRIS elementų (RC, RP, RRP) dislokacijos vietos (atstumai tarp jų), sandara nustatomos atsižvelgiant į valdymo informacijos srautus (informacijos kiekį) tarp valdymo sistemos elementų, vietovės savybes (reljefą) ir turimų ryšio ir informacinių priemonių skaičių, jų taktinius bei techninius duomenis.

Ryšio priemonės RC (RP, RRP) gali būti išdėstytos vietovėje tokiu būdu (naudojant žemiau pateiktą metodiką):

1. Nustatomas RC (RP, RRP) dislokacijos ir KRIS reikalavimų funkcionavimo atitikimas (kaip jie realizuojami):

1.1. KRIS reikalavimai - nuolatinis pasirengimas, mobilumas bei saugumas - realizuojami nepriklausomai nuo sistemos elementų dislokacijos vietos ir visiškai priklauso nuo ryšio priemonių techninių galimybių bei ryšių specialistų parengties;

1.2. siekiant užtikrinti reikiamą sistemos pralaidumą, tarp valdymo sistemos elementų skaičiuojamas maksimalus valdymo informacijos srautas, kurį turi apdoroti RC (RP, RRP). Po to parenkamos techninės priemonės, kurių ryšio sparta atitinka apskaičiuota informacijos srautą. Prireikus organizuojami aplenkiamieji (papildomi) ryšio kanalai taip, kad suminė kanalų ryšio sparta atitiktų sistemos pralaidumo reikalavimus;

1.3. reikiamas sistemos stabilumas gali būti pasiektas naudojant patikimas, patvarias, atsparias trukdžiams ryšio ir informacinės priemonės, taip pat organizuojant aplenkiamuosius (papildomus) informacijos kaitos kanalus (per kitus RC, RP, RRP) bei maskuotę. Didelę reikšmę stabilumui užtikrinti turi specialistų parengtis.

2. Nustatomas atstumas tarp gretimai dislokuotų KRIS elementų:

2.1. atsižvelgiant į ryšio ir informacinių priemonių valdymo sistemos elementuose dislokavimo vietą ir padalinių veiksmų rajoną (tai nurodoma vado įsakymu), renkamos orientacinės RC (RP, RRP) dislokacijos vietos;

2.2. atliekamas vietovės, kurioje numatoma dislokuoti RC (RP, RRP), tyrimas pagal žemėlapi, po to, jei yra galimybė, tirama vietovė. Atsižvelgiama į tai, kad UTB radijo ryšys palaikomas tiesioginio matomumo ribose, todėl kryptyse tarp sistemos elementų prireikus daromi vietovės profiliai. Taip pat atsižvelgiama į galimus trukdžių šaltinius (elektros linija, pramonės objektus ir kt. bei priešo galimybės);

2.3. nustatomos RC (RP, RRP) dislokacijos vietos taip, kad šalia dislokuoti RC (RP, RRP) patektų į jų veikimo zoną (atsižvelgiant į vietovės įtaką bei priešo veiksmus). Jeigu dviejų gretimai dislokuotų RC (RP, RRP) veikimo zonos skirtingos, tai sistemos elementai dislokuojami pagal mažesnės veikimo zonos matmenis (mažesnę ryšio nuotolį). Ryšio priemonių veikimo zonos (ryšio nuotolis) priklauso nuo ryšio priemonių duomenų ir vietovės;

3. Atliekamas galutinis KRIS elementų (RC, RP, RRP), reikiamų ryšio ir informacinių priemonių tipų bei pajėgų, skaičiavimas, jų dislokacijos vietų atitikimas kariuomenės valdymo reikalavimus;

4. Ruošiami dokumentai, reglamentuojantys KRIS funkcionavimą (ryšių schemas, priemonių darbo režimai, dislokacijos vietos, ryšio duomenys, instrukcijos, KUV dokumentai ir kt.), ir pateikiami vadui tvirtinti.

KRIS pradeda funkcionuoti paskelbus vado įsakymą.

Pateikta ryšio priemonių (RC, RP, RRP) išdėstymo vietovėje metodika skirtinguose kariuomenės valdymo lygiuose realizuojama, atliekant skirtingą darbų apimtį. Didžiausia darbų apimtis, realizuojant pateiktą metodiką, atliekama visos kariuomenės valdymo lygmeniu. Tai yra gana sudėtingas procesas, reikalaujantis atitinkamos specialistų parengties bei didelių laiko sąnaudų. Visi darbai atliekami prognozuojant galimus situacijos pokyčius.

1.3. BENDRIEJI RYŠIO ORGANIZAVIMO IR RYŠIŲ REIKALAVIMAI

1.3.1. Bendrieji ryšio organizavimo reikalavimai

Valdymo informacijos kaitos (ryšio) organizavimas atliekamas visiems kariuomenės valdymo lygmenims, pradedant nuo aukščiausio lygmens.

Nuo ryšio organizavimo priklauso KRIS, vadinasi, ir visos kariuomenės valdymo sistemos funkcionavimas. Optimalus ryšio organizavimas užtikrina, kad būtų laiku ir tiksli valdymo informacijos kaita, ir sunkina prieš žvalgybą.

Ryšį organizuoja vadas (štabas). Visų kariuomenės valdymo lygių **vadai organizuoja ryšį su pavaldiniais ir pavaldinių tarpusavio sąveikos ryšį**, - tai pagrindinis reikalavimas, reglamentuojantis informacijos kaitą tarp kariuomenės valdymo sistemos elementų.

Visų lygmenų štabuose sudaromos ryšio schemos, nustatoma informacijos apdorojimo ir pateikimo tvarka.

Ryšio schemoje turi būti numatoma:

informacijos kaita su aukštesnio lygio štabu, pavaldiniais, sąveikaujantiais padaliniais (kuriais ryšio kanalais, kaitos tvarka ir kt.);

visų ryšio priemonių tipai, darbo duomenys, laikas ir režimai.

Ryšio schemą sudaro ryšių specialistai, pasirašo štabo viršininkas, tvirtina vadas. Ryšio schema pridedama prie štabo viršininko nurodymų dėl ryšių arba prie vado kovinio įsakymo (kaip priedas).

Organizuojant ryšį turi būti laikomasi bendrųjų (visuose valdymo lygmenyse) **reikalavimų**:

1. ryšio ir informacinių priemonių dislokacija ir duomenys turi **užtikrinti informacijos kaitą** tarp kariuomenės valdymo sistemos elementų;
2. užtikrinti, kad **duomenys** ryšio priemonėms būtų rengiami ir perduodami pavaldiniams **laiku**.

Duomenis ryšio priemonėms (dažnius, šaukinius, šifro ir kodų raktus, darbo laiką, režimus ir kt.) reglamentuoja Gynybos štabas ir siunčia į dalinius (padalinius), iš kur atitinkami duomenys perduodami kiekvienai ryšio priemonei;

3. užtikrinti **optimalų kariuomenės uždaraįjį valdymą** (KUV).

Visų valdymo lygių štabuose sudaromi KUV planai. Žemesnio valdymo lygmens štabai savo KUV planus sudaro gavę išrašą iš KUV plano aukštesnio lygmens štabo;

4. užtikrinti **ryšio kontrolę**.

Ryšio kontrolę organizuoja štabas. Sudaromas ryšio kontrolės planas, kuriame numatoma kas, kada ir kaip atlieka ryšio kontrolę, kontrolės rezultatų pateikimo tvarka. Kontrolės rezultatai skelbiami vado įsakyme;

5. organizuoti **ryšio ir informacinių priemonių eksploatavimą**.

Ryšio priemonių eksploatavimą reglamentuoja "Laikinieji ryšių priemonių techninio eksploatavimo nuostatai", patvirtinti krašto apsaugos ministro 1995 m., "Laikinos NL ACP 125 pagrindinės radiotelefono pro-

cedūros", patvirtintos krašto apsaugos ministro 1998 m., vadų įsakymai dėl ryšio priemonių eksploataavimo;

6. turėti *ryšio priemonių rezervą* ir tinkamai jį naudoti;

7. užtikrinti *naujų ryšio ir informacinių priemonių diegimą*;

8. organizuoti *ryšių specialistų rengimą* bei jų tobulinimą.

Išvardyti reikalavimai skirtinguose kariuomenės valdymo lygiuose vykdomi atliekant skirtingus pagal apimtį darbus.

Ryšio organizavimo reikalavimų vykdymas užtikrina ne tik KRIS, bet ir visos kariuomenės valdymo sistemos funkcionavimą visuose lygiuose.

1.3.2. Ryšių reikalavimai

Nagrinėjant KRIS, buvo pateikti kovinio valdymo ir KRIS reikalavimai, atitinkamai galima suformuluoti *ryšių* (informacijos kaitos) *reikalavimus*:

savalaikiškumas, patikimumas, patvarumas, atsparumas trukdžiams, mobilumas, ryšio sparta, ryšio tikrumas, ryšio uždarumas, ryšio drausmė.

Šių reikalavimų priklausomybė nuo kariuomenės valdymo ir KRIS reikalavimų pateikta 1.7 pav.

Apibūdinsime ryšių reikalavimus:

1. Savalaikiškumas - ryšio pradžios užtikrinimas nustatytu laiku. Ryšio savalaikiškumas užtikrina KRIS nuolatinį pasirengimą, o kartu ir kariuomenės valdymo nepertraukiamumą.

Štabo viršininko nurodymuose ryšiams nurodoma ryšio kanalų ir priemonių organizavimo režimas: visiškos kaitos, budinčio priėmimo, darbo pagal grafiką. Reikiamas savalaikiškumas pasiekiamas:

tiksliu ryšio priemonių darbo ir organizavimo režimų laikymusi;

ryšio priemonių techninio eksploataavimo organizavimo vykdymu;

ryšio priemonių rezervo paruošimu ir naudojimu;

ryšių specialistų parengtimi.

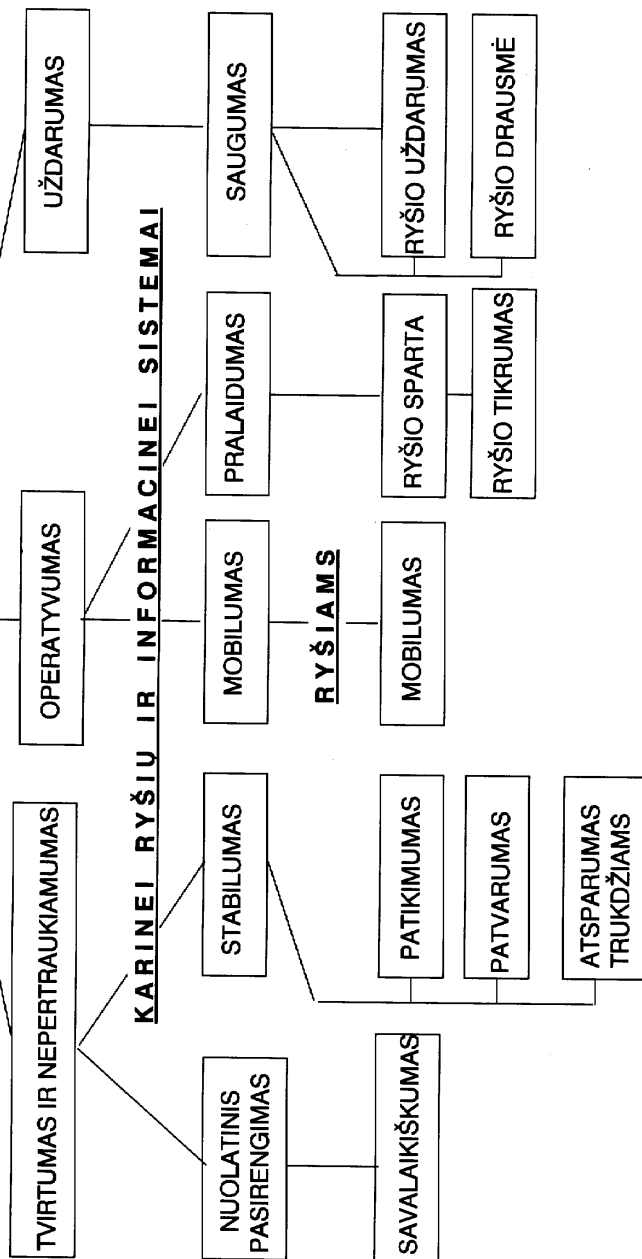
Ryšio priemonės, dirbančios pagal grafiką, turi būti paruoštos darbui (ijungtos ir patikrintos) iki darbo grafike nurodyto laiko.

2. Patikimumas - ryšio užtikrinimas be sutrikimų.

Realizuojamas ryšio priemonių patikimumu normaliomis funkcionavimo sąlygomis.

Vertinamas tikimybe, kad ryšio priemonės nustatytą laiką veiks be sutrikimų.

KARIUOMENĖS VALDYMUJ



1.7 pav. Reikalavimai kariuomenės valdymui, KRIS, ryšiams

Kaip techninių elementų visuma, ryšio priemonių patikimumas kiekybiškai gali būti apibūdinamas: negendamumu, ilgaamžiškumu, pataisomumu, išsilaikomumu ir kt. Patikimumą taip pat priimta vertinti kompleksiniais patikimumo kriterijais: parengties koeficientu (k_p), operatyvios parengties koeficientu (k_{op}) ir kt. Pateiksime kompleksinius patikimumo kriterijus:

Parengties koeficientas - tikimybė, kad ryšio priemonė bus techniškai tvarkinga (darbinga) bet kuriuo momentu, išskyrus laiką, kai planuota nenaudoti pagal paskirtį. Gali būti apskaičiuojamas, naudojant statistinius duomenis, pagal formulę:

$$k_p = \frac{T_v}{T_v + T_a}, \quad (1.1)$$

čia T_v - vidutinis ryšio priemonės darbo laikas iki gedimo (išdirbis),

T_a - vidutinis ryšio priemonės remonto (atkūrimo) laikas.

Operatyvios parengties koeficientas - tikimybė, kad ryšio priemonė bus techniškai tvarkinga (darbinga) bet kuriuo momentu, išskyrus laiką, kai planuota nenaudoti pagal paskirtį, o jam pasibaigus, laiką Δt dirbs be gedimų.

Apskaičiuojamas, naudojant statistinius duomenis, pagal formulę:

$$k_{op} = k_p * P(\Delta t), \quad (1.2)$$

čia k_p - parengties koeficientas (1.1),

$P(\Delta t)$ - ryšio priemonės negendamumo tikimybė.

Negendamumo tikimybė ($P(t)$) yra tikimybė, kad per tam tikrą laiką ryšio priemonė nesuges, t.y. dirbs ne trumpiau nei nurodyta trukmė t_d .

$$P(t) = P(t \geq t_d), \quad (1.3)$$

čia t - darbo laikas.

Negendamumo tikimybė $P_{st}(t)$, naudojant statistinius duomenis, skaičiuojama pagal formulę:

$$P_{st}(t) = \frac{N - n(t)}{N}, \quad (1.4)$$

čia N - bendras ryšio priemonės elementų skaičius,

$n(t)$ - sugedusių per laiką t ryšio priemonės elementų skaičius.

Reikiamas ryšio priemonių patikimumas pasiekiamas:

laiku ir nuodugnai atliekama technine priežiūra ir kontrole;

ryšio priemonių ir jos elementų rezervavimu;

reikiamos kvalifikacijos specialistų parengimu.

Visų lygmenų štabuose sudaromi ryšio priemonių techninės priežiūros planai ir grafikai. Jų vykdymas numato ryšio priemonių naudojimą pagal paskirtį, reglamentus, remontą, saugojimą ir transportavimą.

3. Patvarumas - informacijos kaitos užtikrinimas bet kokiais aplinkybėmis, taip pat ir kritinių situacijų atveju (kovos veiksmų, stichinių nelaimių metu, kritinės atmosferos sąlygomis ir kt.).

Realizuojamas ryšio priemonių patikimumu įprastomis bei kritinėmis funkcionavimo sąlygomis.

Apibūdinamas, kaip ir patikimumas, tikimybe, kad ryšio priemonė nustatytą laiką bus techniškai tvarkinga, o sugedus bus suremontuota ne vėliau nurodyto laiko.

Reikiamas patvarumas pasiekiamas tokiomis pat priemonėmis kaip ir patikimumas.

4. Atsparumas trukdžiams - ryšio (informacijos kaitos) užtikrinimas trukdžių veikimo sąlygomis.

Reikiamas ryšių atsparumas trukdžiams pasiekiamas: organizacinėmis priemonėmis (darbo dažnių parinkimu, specialistų parengimu, trukdžių šalinimo metodikų parengimu bei jų naudojimu ir kt.), trukdžių šalinimo techninėmis priemonėmis.

Trukdžių šalinimas bus nagrinėjamas 2.10 poskyryje.

Patikimumas, patvarumas ir atsparumas trukdžiams atitinka **KRIS stabilumą** ir kariuomenės valdymo sistemos **nepertaukiamumą**.

5. Mobilumas - informacijos kaitos užtikrinimas, keičiant dislokacijos vietą.

Reikiamas mobilumas pasiekiamas: mobilių ryšio priemonių naudojimu; laiku ir nuodugnai atliekama technine priežiūra ir kontrole; specialistų parengtimi.

Užtikrina KRIS **mobilumą** ir kariuomenės valdymo **operatyvumą**.

6. Ryšio sparta - nurodyto informacijos kiekio, apsikeitimas per laiko vienetą. Realizuojamas ryšio priemonių pralaidumu (sparta). Atskirų ryšio priemonių ryšio sparta vertinama bitais per sekundę. Bitas - informacijos vienetas. Ryšio sparta turi atitikti informacijos srautą tarp valdymo sistemos elementų.

Reikiama ryšio sparta pasiekama: ryšio priemonių su reikiama sparta parinkimu; papildomų ir aplenkamųjų ryšio kanalų naudojimu; mobilių ryšio priemonių naudojimu; specialistų parengtimi.

7. Ryšio tikrumas - informacijos kaita be klaidų.

Vertinamas klaidų skaičiumi informacijos vienetu (kilobaite) arba klaidų skaičiumi, išreikštu procentais. Ryšio tikrumą lemia ryšio priemonių galimybės ir specialistų parengtis.

Reikiamas ryšio tikrumas pasiekiamas:

informacijos (analoginės) užrašymu ir kartojimu;

specialių kodų naudojimu (diskretinėje informacijoje);

informacijos formalizavimu ir duomenų bazių naudojimu;

specialistų parengtimi.

Svarbu, siekiant reikiamo ryšio tikrumo, kad nemažėtų ryšio sparta (kas atsitinka naudojant analoginės informacijos kartojimą).

Ryšio *sparta* ir *tikrumas* užtikrina KRIS *pralaidumą*, kartu ir kariuomenės valdymo sistemos *operatyvumą*.

8. Ryšio uždarumas - informacija suprantama tik nustatytam vartotojų skaičiui. Reikiamas ryšio uždarumas pasiekiamas:

kariuomenės uždarojo valdymo (KUV) organizavimu ir KUV priemonių naudojimu;

specialistų parengtimi.

9. Ryšio drausmė - tikslus ryšio priemonių darbo režimų ir ryšio vedimo taisyklių vykdymas.

Reikiama ryšio drausmė pasiekiamą:

ryšio priemonių darbo režimų reglamentavimu;

ryšio vedimo tvarkos reglamentavimu ir vykdymu;

ryšio kontrole;

specialistų parengtimi;

Ryšio *uždarumas* ir *ryšio drausmė* užtikrina KRIS *saugumą*, kartu ir kariuomenės valdymo *uždarumą*.

Išvardytų ryšių (informacijos kaitos) reikalavimų vykdymas užtikrina tinkamą KRIS funkcionavimą, taip pat ir kariuomenės valdymą.

1.4. RYŠIO PRIEMONIŲ SKIRSTYMAS. INFORMACIJOS TIPAI

1.4.3. Ryšio priemonių skirstymas

KRIS techninę bazę sudaro: ryšio priemonės, informacijos apdorojimo, pateikimo ir saugojimo priemonės, kariuomenės uždarojo valdymo (KUV) priemonės, valdymo duomenų bazės, informacijos apdorojimo algoritmai ir programos ir kt.

KRIS pagrindą sudaro ryšio priemonės. Ryšio priemonės galima *skirstyti* pagal: *pagaminimą, mobilumą, darbo režimus, ryšio palaikymo vietą, ryšio palaikymo būdą ir priemonių paskirtį* (1 lentelė).

Ryšio priemonių skirstymas

1.1 lentelė

Pagamini- mas	Mobilumas	Darbo režimai	Ryšio palai- kymo vieta	Ryšio palai- kymo būdas	Pagal paskirtį
Radijo	Mobilios	TLF	Priežeminės	Simpleksas	Galutinės
Radio- relinės	Stacio- narios	TLG	Troposfer- inės	P/dupleksas	Komu- tacinės
Eletro- ninės		FTLG	Kosminės	Dupleksas	Tankina- mosios
Laidinės		TLK			Kabeliai
Sinalinės		TV			
Paštas		KOMP			
		DV			
		KOMB			

1. Skirstymas pagal *pagaminimą* reiškia, kaip techniškai pagamintos ryšio priemonės, pvz.: radijo stotys, radiorelinės stotys, elektroninės (kompiuteriai, teleksai, faksai ir kt.), laidinės (telefonų aparatai, komutatoriai ir kt.), signalinės (garsinės, vaizdinės), paštas (feldjegerinis, pasiuntiniai).

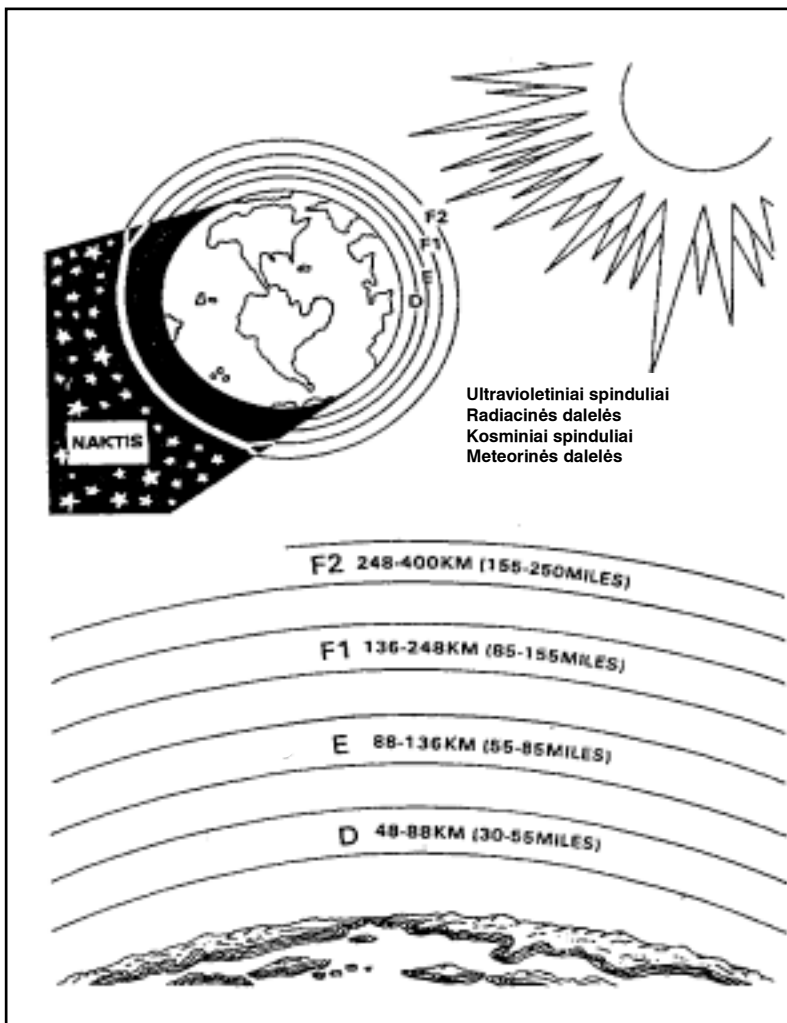
2. Ryšio priemonės gali būti *mobiliuos* (vežiamos šarvuočiuose, tankuose, mašinos, nešiojamos ir kt.) arba *stacionarios*, tai yra dirbančios vienoje vietoje (išdėstytos pastatuose, vadavietėse ir pan.).

3. Ryšio vedimas gali būti palaikomas skirtingais ryšio priemonių *darbo režimais*. Darbo režimai gali būti: telefoninis (TLF), telegrafinis (TLG), fototelegrafinis (FTLG), telekodinis (TLK), televizinis (TV), kompiuterinis (KOMP), kombinuotas (KOMB), taip pat su distanciniu valdymu (DV).

4. Pagal ryšio *palaikymo vietą*: priežeminės, kai ryšys palaikomas paviršinėmis bangomis priežeminiuose atmosferos sluoksniuose arba žemės paviršiuje. Tai dauguma ryšio priemonių: radijo stotys, radiorelinės, laidinės, elektroninės, signalinės, paštas.

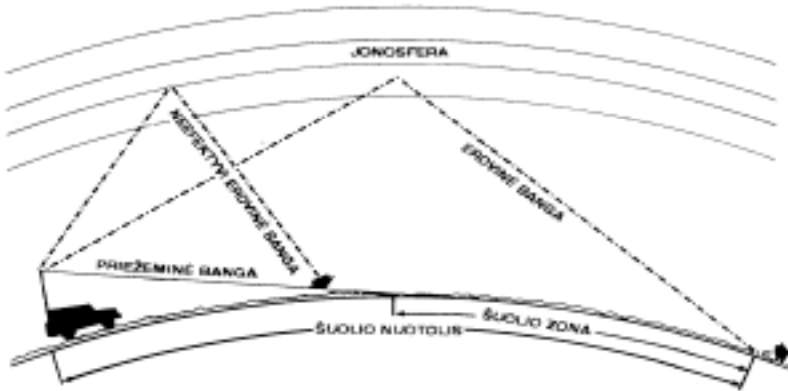
Troposferinės - kai ryšys palaikomas radijo stotimis, erdvinėmis bangomis, naudojant radijo bangų atspindį nuo jonizuotų atmosferos sluoksnių D(48-88 km), E(88-136 km), F1(136-248 km), F2(248-400 km).

Pažymėtina, kad nakties metu D ir E sluoksniai išnyksta (1.8 pav.), o F1 ir F2 susijungia ir veikia kaip vienas sluoksnis maždaug 300-350 km aukštyje. Tai reikalauja skirtingų darbo dažnių dieną ir naktį.



1.8. pav. Jonosferos sandara

Troposferinis ryšys (1.9 pav.) gali būti palaikomas dideliais atstumais (keli šimtai ir daugiau kilometrų).



1.9 pav. Troposferinis ryšys

Kosminis - kai ryšys palaikomas retransliacijos principu per kosminius objektus. Kosminiai ryšiai naudoja dirbtinius žemės palydovus, skriejančius stacionariomis orbitomis maždaug 40 000 km aukštyje arba palydovinę ryšių sistemą - iš kelių dirbtinių Žemės palydovų, atitinkamai išdėstytų orbitose.

5. Pagal **ryšio palaikymo būdą** ryšiai gali būti:

Simpleksas vienpusis pakaitinis ryšys - ryšio palaikymas viena linija arba vienu dažniu. Perduodama ir priimama pakaitomis (1.10 a pav.). Radijo stotyse, palaikančiose ryšį simpleksu, siųstuvas ir imtuvas turi bendras dalis.

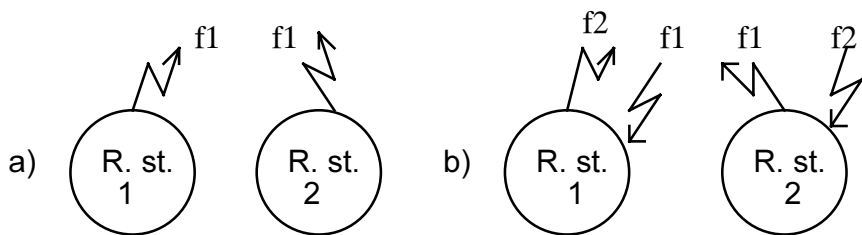
Pusiau dupleksas (simpleksas) - ryšio palaikymas viena linija arba vienu dažniu, perėjimas nuo siuntimo į priėmimą vyksta automatiškai arba operatorius siunčia šaukinį (signalas nutraukti perdavimą).

Dupleksas - dvipusis vienalaikis ryšys - ryšio palaikymas dviem linijom arba dviem dažniais. Vienu metu priimama ir perduodama (1.10 b pav.).

6. Pagal **paskirtį** ryšio priemonės gali būti :

Galutinės - su kuriomis įvedama (išvedama) informacija, pvz., radijo stotys, kompiuteriai, TLF aparatai ir pan.

Komutacinės - sujungiančios įvairius informacijos šaltinius, (abonentus -TLF ryšiu, korespondentus - radijo ryšiu).



1.10 pav. Radijo ryšys: a) simpleksas, b) dupleksas

Tankinamosios - kurios suteikia galimybę vienoje ryšio linijoje sukurti keletą ryšio kanalų (t.y. perduodama tuo pačiu metu keletas pasikalbėjimų, pranešimų ir t.t.). Kanalų skaičius gali būti gana didelis, pvz., naudojant šviesolaidžius.

Yra tankinimas dažniu, laikinis, fazinis ir kt.

Kabeliai daugiausia pagal savo paskirtį naudojami laidiniuose ryšiuose. Kabeliai gali būti šviesolaidžiai ir metaliniai.

Lauko telefono laidų ir kabelių aprašymas pateiktas mokomajame leidinyje A.Balčiūnas, M.Sabaitis, RYŠIAI, I dalis, Vilnius, 1996, 105 psl.

Literatūroje galima rasti ryšio priemonių skirstymą, kuris skiriasi nuo pateikto. Autorių nuomone, pateiktas anksčiau ryšio priemonių skirstymas labiausia atitinka karines ryšio priemones.

Kariuomenės valdymui plačiai naudojamas radijo ryšys, laidinis ryšys, kompiuterinis bei palydovinis ryšys. Kiekvienas iš išvardytų ryšių, atsižvelgiant į ryšių reikalavimus, turi savo ypatumų. Šiuo metu Lietuvos kariuomenės valdyme radijo ir laidinis ryšiai yra pagrindiniai.

Palyginsime radijo ir laidinius ryšius, pateikdami jų privalumus ir trūkumus.

Radijo ryšio privalumai:

1. informacijos kaitą galima užtikrinti bet kuriuo laiku ir bet koku atstumu (priklausomai nuo radijo stočių duomenų, atmosferos sąlygų ir vietovės savybių), t.y. geras ryšio savalaikiškumas;

2. ryšys yra momentinis (elektromagnetinių bangų sklaidimo greitis $3 \cdot 10^8$ metrų per sekundę), t.y. geras operatyvumas;

3. informaciją galima perduoti neribotam korespondentų skaičiui, taip pat ir per nepereinamas erdves (vandenį, pelkes, kalnus ir pan.), t.y. gera ryšio sparta;

4. informacija galima keistis su judančiais objektais, t.y. geras ryšio mobilumas;

5. ryšio priemonės greitai išskleidžiamos (paruošiamos darbui), t.y. geras ryšio mobilumas.

Radijo ryšio trūkumai:

1. ryšio nuotolis priklauso nuo radijo stočių duomenų, vietovės savybių ir atmosferos sąlygų, t.y. ryšio savalaikiškumo kitimas;

2. ryšį apsunkina trukdžiai (natūralūs ir dirbtiniai), t.y. blogas ryšio atsparumas trukdžiams;

3. blogas ryšio uždarumas (galima slapta klausytis, pelenguoti radijo stotis ir kt.). Reikia naudoti uždarojo valdymo priemones.

Laidinio ryšio privalumai:

1. mažai priklauso nuo klimatinių sąlygų ir vietovės, t.y. geras savalaikiškumas ir patikimumas;

2. nedidelis elektros trukdžių poveikis, t.y. geras ryšio atsparumas trukdžiams;

3. geras ryšio uždarumas - pasiklausymą galima aptikti.

Laidinio ryšio trūkumai:

1. reikia daug laiko priemonėms išdėstyti vietovėje (kabeliai), t.y. blogas ryšio savalaikiškumas ir mobilumas.

2. neįmanoma palaikyti ryšį per nepereinamas erdves (vandenį, kalnus, pelkes ir kt.) ir judant, t.y. nėra ryšio mobilumo;

3. mažas ryšio patvarumas, nes laidai gali būti nutraukti kovos veiksmyje metu.

Laidinių ryšio priemonių privalumai ir trūkumai bei jų naudojimas pateikti mokomajame leidinyje A.Balčiūnas, M.Sabaitis, RYŠIAI, I dalis, LKA, Vilnius, 1996, 103-104 psl.

Kompiuterinis ir palydovinis ryšiai funkcionuodami naudoja laidinius arba radijo ryšio kanalus, todėl jie adekvatūs radijo ir laidiniams ryšiams. Kompiuterinių ryšių ypatumas yra greitai koduoti perduodamą informaciją (naudojant specialias programas), t.y. pasiekti gerą ryšio uždarumą.

Palydoviniaisiais ryšiais pasiekiamas geras mobilumas ir ryšio sparta (turint atitinkamas ryšio priemones).

Perspektyvus yra palydovinis - kompiuterinis ryšys. Šiuo atveju kariuomenės valdymo sistemos elementuose (vadavietėse, valdymo punktuose, padaliniuose) išdėstomos palydovinio ryšio priemonės. Informacija pateikiama kompiuteriuose (stacionariuose arba mobiliuose) ir, naudojant specialias programas, galima pasiekti gerą kariuomenės valdymo uždarumą, operatyvumą bei nepertraukiamumą.

1.4.2. Informacijos tipai

Sąvoka “informacija” suvokiama kaip pagrindinės mokslo sąvokos “materija” ir “energija”. Tačiau juo sąvoka platesnė, juo sunkiau apibrėžiama. Tai viena iš priežasčių, kodėl informacijos sąvoka iki šiol nėra išsamiai ir aiškiai apibrėžta.

Terminas “informacija” kilęs iš lotyniško žodžio *informatio* – išaiškinimas, pavaizdavimas, žinojimas. Siauresne, technikoje priimta prasme, šią sąvoką galima apibrėžti kaip pranešimo turinį, duomenis. Šiuo atveju pranešimas suprantamas kaip valdymo komanda, radijo, telefono, telegrafo, kompiuterio, faksimilinio aparato, televizijos pranešimas, signalizavimo ženklai ir kt.

Informaciją pateikiantis objektas (žmogus, techninė priemonė) vadinamas *informacijos šaltiniu*.

Informaciją gaunantis objektas (žmogus, techninė priemonė) vadinamas *informacijos vartotoju* (gavėju).

Informacijos šaltinių ir vartotojų naudojamos techninės priemonės vadinamos atitinkamai *informacijos siųstuvais ir informacijos imtuvais*.

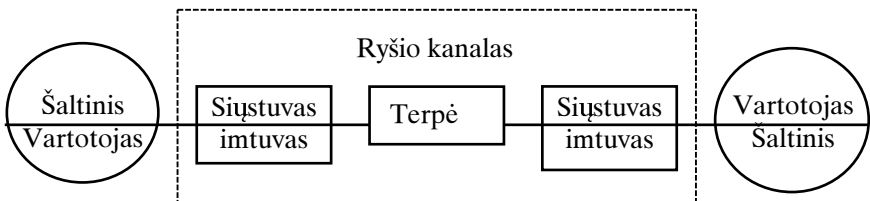
Informacijos kaita tarp informacijos šaltinio ir vartotojo vyksta ryšio kanalu (linija).

Ryšio kanalas - techninės priemonės ir sklidimo aplinka (terpė) skirta informacijos kaitai tarp informacijos šaltinio ir vartotojo (1.11 pav.).

Ryšio kanalai gali būti uždarieji ir atvirieji.

Uždarasis ryšio kanalas - ryšio kanalas, kuriuo perduodama informacija suprantama tam tikram vartotojų skaičiui.

Atvirasis ryšio kanalas - ryšio kanalas, kuriuo perduodama informacija suprantama visiems.



1.11 pav. Informacijos kaitos schema

Informaciją galima skirstyti į keletą tipų:

1. Pagal *fizinę prigimtį*:

1.1. *elektrinė*, kuri gali būti *analoginė* ir *diskretinė* (skaitmeninė);

1.2. *neelektrinė*, gali būti: tekstai, optinė (šviesos), akustinė (garso), mechaninė (hidraulinė, pneumatinė ir kt.).

2. Pagal *turinį*:

operatyvinė, tarnybinė, aprūpinimo.

3. Pagal *svarbą* (kaitos eiliškumą):

skubi, pirmaeilė, paprasta.

4. Pagal *uždarumą*:

koduota (uždaroji), nekoduota. Koduota informacija yra slapta ir perduodama uždaraisiais ryšio kanalais.

5. Pagal *perdavimo būdą* (informacijos kaitai naudojamas technines ir kitas priemones):

radijo, laidinė, kompiuterinė, faksimilinė, telegrafinė, palydovinė, televizinė, pašto ir kt.

6. Pagal *apimtį*:

didelės apimties, nedidelės (mažos) apimties, pvz., pranešimai, signalai.

Bet kuri informacija atitinka kiekvieną iš išvardytų informacijos tipą.

1.5. RADIO RYŠIO ORGANIZAVIMO BŪDAI IR REŽIMAI. PRIVALUMAI IR TRŪKUMAI

Radijo ryšį organizuoja štabas.

Radijo ryšio organizavimą reglamentuoja “Laikinieji radijo ryšio nuostatai”, Norminis leidinys NL ACP 125, patvirtinti krašto apsaugos ministro.

Radijo ryšys priklausomai nuo kovos aplinkybių, pajėgų ir priemonių skaičiaus gali būti organizuojamas kaip radijo kryptis arba kaip radijo tinklas.

Radijo kryptis - radijo ryšio tarp dviejų korespondentų organizavimo būdas (1.12 pav.).

Radijo tinklas - radijo ryšio tarp kelių (trijų ir daugiau) korespondentų organizavimo būdas (1.12 pav.).

Palyginkime šiuos radijo ryšio organizavimo būdus.

Ryšys organizuojamas radijo kryptimi.

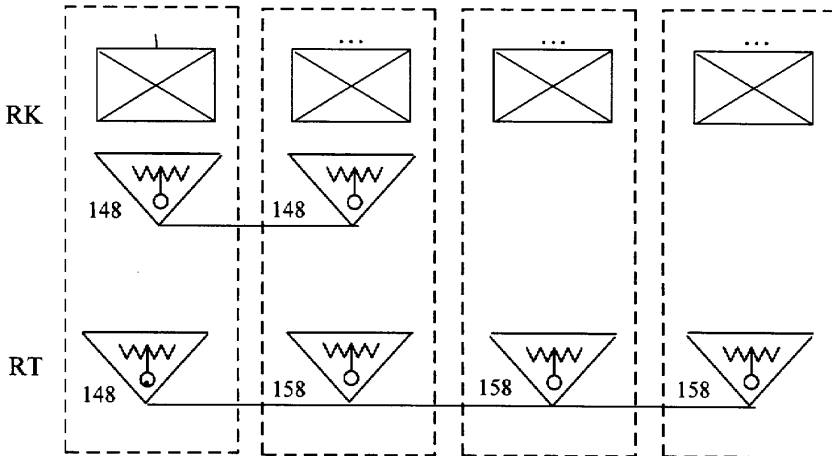
Privalumai:

greita ryšio pradžia;

didelis ryšio pralaidumas;

gera radijo maskuotė;

galima palaikyti radijo ryšį be šaukinių.



1.12 pav. Radijo ryšio organizavimo būdai:
radijo kryptis (RK) ir radijo tinklas (RT)

Trūkumai:

reikia turėti daug radijo stočių ir dažnių;

pavaldiniai tarp savęs nepalaiko ryšio;

sunku perduoti komandas visiems vienu metu.

Ryšys organizuojamas radijo tinklu.

Privalumai:

mažiau ryšio priemonių;

pavaldiniai palaiko tarpusavio ryšį;

galima dirbti su visomis stotimis vienu metu.

Trūkumai:

mažas pralaidumas (ypač, jeigu dirbama vienu dažniu);

bloga radijo maskuotė (priešo žvalgybai lengva klausyti pokalbių).

Darbas radijo tinklu ar radijo kryptimi gali būti organizuojamas tokiomis režimais:

- 1) visiškos kaitos;
- 2) budinčiojo priėmimo;
- 3) radijo seansai nustatytu laiku (pagal grafiką).

Visi režimai gali būti vykdomi:

vienu dažniu;

skirtingais priėmimo ir perdavimo dažniais;

vienu iššaukimo ir keliais darbo dažniais.

Radijo tinklai dažniausiai organizuojami batalionuose, kuopose, būriuose, o radijo kryptys - pulkuose, brigadose ir kitose kariuomenės struktūrose.

Kiekviename radijo tinkle stotis, aptarnaujanti vyresnįjį vadą (viršininką) arba štabą, yra *vyresnė*. Kitos šio radijo tinklo stotys yra jai pavaldžios.

Vyresniosios radijo stoties radistas turi stebėti, kad būtų laikomasi nustatytų radijo ryšio taisyklių. Jis privalo užkirsti kelią bet kokiems radijo ryšio drausmės pažeidimams. Jo reikalavimai privalomi visiems radijo tinklo radistams.

Vyresnioji stotis tinkle dar vadinama tinklo valdymo stotimi (TVS).

Radijo tinklai gali būti: laisvi (nevaldomi) ir pavaldūs (valdomi).

Laisvas (nevaldomas) tinklas - kai TVS leidžia pavaldžioms stotims perduoti informaciją kitoms tinklo arba kitų tinklų stotims be leidimo. Eteryje tvarką kontroliuoja TVS.

Pavaldus (valdomas) tinklas - kai tinkle dirbančios stotys, prieš susisiekdamos su kita, turi gauti TVS leidimą. Leidimų nereikia perduodant skubius pranešimus. Pavaldžiu tinklu perduodama pagal nustatytą tvarkaraštį.

Tinklas visada laikomas laisvu, jeigu nėra kitokio įsakymo. Laisvo tinklo pervedimą į pavaldų ir atvirksčiai vykdo TVS, naudodama procedūrinius žodžius "LAISVAS TINKLAS" arba "VALDOMAS TINKLAS".

1.5.2. Laidinio ryšio organizavimo būdai.

Privalumai ir trūkumai

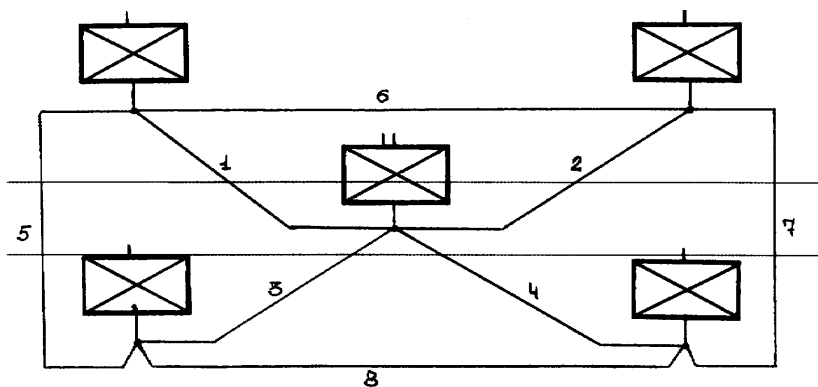
Laidinius ryšius organizuoja štabas. Laidiniai ryšiai užtikrina informacijos kaitą daliniuose (padaliniuose) tarp pareigūnų (vidinis ryšys) ir dalinių (padalinių) nuolatinėje dislokacijos vietoje, taip pat karinių veiksmų metu (gynyboje ir pradiniame puolimo ruože, vadavietėse vidiniam ryšiui ir kt.).

Laidinių ryšio priemonių (ypač stacionarių) išskleidimui reikia daug laiko.

Naudojant laidines ryšio priemones, ryšys gali būti organizuotas dviem būdais: laidinio ryšio kryptimi ir laidinio ryšio ašimi.

Būdo pasirinkimas priklauso nuo mūšio vedimo būdo, aplinkybių, turimų pajėgų ir priemonių skaičiaus.

Laidinio ryšio kryptis - ryšio organizavimas tarp dviejų vadaviečių (valdymo punktų). Ryšys palaikomas laidu, nutiestu tarp jų, ir kitomis laidinio ryšio priemonėmis (1.13 pav.).



1.13 pav. Laidinio ryšio kryptys:
1,2,3,4 - pagrindinės kryptys; 5,6,7,8 - aplenkiamos kryptys

Tačiau toks ryšio organizavimas reikalauja daug ryšio priemonių. Laidinio ryšio kryptis gali būti:

pagrindinė, jeigu vienas iš abonentų yra vyresnysis štabas (vadas);

aplenkiama - visais kitais atvejais.

Abonentas - asmuo, kuris naudoja laidinio ryšio priemones.

Toks ryšio organizavimo būdas turi *privalumų*:

galima perduoti daug informacijos, t.y. didelis pralaidumas;

kiekvieną kanalą dubliuoja kitas kanalas, t.y. didelis patvarumas;

greitai užmezgamas ryšys su bet kuriuo abonentu, t.y. didelis operatyvumas.

Laidinio ryšio ašis - ryšio organizavimas tarp kelių (trijų ir daugiau) vadaviečių (valdymo punktų) (1.14 pav).



1.14 pav. Laidinio ryšio ašis

Tokio ryšio *privalumai*:
 reikia mažiau ryšio priemonių;
 ryšys užmezgamas su visais abonентаis iš karto, t. y. didelis operatyvumas.

Kaip *trūkumus* galima paminėti mažą informacijos pralaidumą ir nedidelį patvarumą.

Laidiniams ryšiams organizuoti yra naudojamos techninės priemonės: telefonų aparatai, komutatoriai, tankinamoji aparatūra, laidai, kabeliai ir pan. Plačiau šios priemonės yra aprašytos mokomajame leidinyje A.Balčiūnas, M.Sabaitis, RYŠIAI, I dalis, LKA, Vilnius, 1996, 103-121 psl.

1.5.3. Kompiuterinio ryšio organizavimo būdai ir režimai

Spartus šiuolaikinės technikos vystymas ypač pastebimas kompiuterinėje technikoje. Stambiausios pasaulio firmos nuolat tobulina kompiuterinę techniką, jos programinę įrangą, plečia savo veiklos sritis.

Tarp daugelio kitų kompiuterinės technikos naudojimo sričių viena iš pagrindinių yra ryšiai (informacijos kaita).

Informacijos kaita tarp kompiuterių dabartiniu metu vyksta kompiuteriniuose tinkluose, kurie gali būti lokalūs ir globalūs.

Lokaliais kompiuteriniais tinklais keičiasi informacija tarp kompiuterių, dislokuotų vienoje organizacijoje, vienos patalpose (pvz., kompiuterinis tinklas KAM, LKA 306 aud., štabe ir pan.).

Globalūs kompiuteriniai tinklai užtikrina informacijos kaitą tarp kompiuterių, kurie priklauso skirtingoms organizacijoms, valstybėms, atstamai tarp jų yra pakankamai dideli (pvz., „Interneta“, „Litneta“ ir kt.).

Kompiuterinio ryšio organizavimo būdai gali būti šie:
 tiesioginis,
 laidiniu ryšiu,

radijo (taip pat ir palydoviniu) ryšiu, kombinuotas.

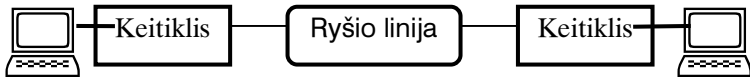
Tiesioginis kompiuterinis ryšys - informacijos kaita tarp dviejų ir daugiau kompiuterių, tiesiogiai sujungtų tarp savęs.

Šis ryšio būdas naudojamas lokaliuose tinkluose. Informacija tarp kompiuterių perduodama koaksialiniais kabeliais arba susuktais laidais (susukta pora).

Kompiuterinis laidinis ryšys - informacijos kaita tarp dviejų ir daugiau kompiuterių laidinio ryšio linijomis.

Šis būdas naudojamas lokaliuose ir nedidelės apimties globaliuose kompiuteriniuose tinkluose. Laidinės ryšio linijos gali būti išskirtinės ir komutuojamos (per ATS).

Informacijos kaita tarp kompiuterių vyksta per keitiklius (modemus) ir ryšio linijas (1.15 pav.).



1.15 pav. Kompiuterinio ryšio schema

Kompiuterinis radijo ryšys - informacijos kaita tarp dviejų ir daugiau kompiuterių radijo ryšiu.

Šis būdas naudojamas globaliuose tinkluose (ir per palydovinius ryšius), taip pat lokaliuose tinkluose, kai nėra galimybės informacijos kaitai naudoti laidinio ryšio linijų (pvz., per nepereinamas erdves, mobiliems ryšiams ir kt.).

Kompiuterinis kombinuotas ryšys - informacijos kaita tarp dviejų ir daugiau kompiuterių laidiniu ir radijo ryšio linijomis.

Šis būdas naudojamas globaliuose ir lokaliuose tinkluose. Informacijos šaltinio (vartotojo) kompiuteris laidinio ryšio linija jungiamas su baziniu (serveriniu) kompiuteriu, kuris per keitiklį (modemą) informaciją perduoda radijo ryšiu.

Daugelio šalių kariuomenės valdymui naudojami tiek radijo, tiek ir kombinuoti kompiuteriniai ryšiai lokaliais ir globaliniais tinklais. Mūsų kariuomenėje dabartiniu laiku yra sukurtas KAM laidinis kompiuterinis ryšys lokaliame tinkle (e-mail).

Informacijos kaita kompiuteriniais ryšiais reglamentuojama atitinkamomis taisyklėmis ir protokolais, kas ypač svarbu globaliems tinklams

(globaliuose tinkluose protokolai įtraukiami pagal tarptautinį susitarimą).

Kompiuteriniuose ryšiuose informacijos kaitos režimai gali būti skirstomi pagal kompiuterių darbo laiką ir informacijos kaitą.

1. Pagal *kompiuterių darbo laiką* kompiuteriniuose ryšiuose galima skirti du režimus:

nuolatinio įjungimo - informacijos šaltinio ir vartotojo kompiuteriai įjungti nuolat;

įjungimo pagal grafiką - informacijos šaltinio ir vartotojo kompiuteriai dirba pagal nustatytą laiko grafiką.

2. Pagal *informacijos kaitą* kompiuteriniuose ryšiuose galima skirti du režimus: be atidėjimo ir su atidėjimu.

Be atidėjimo - informacija iš vieno kompiuterio į kitą perduodama ryšio linijomis iš karto (realiu laiku). Tai būdinga lokaliems tinklams, rečiau globaliems tinklams.

Su atidėjimu - informacija iš vieno kompiuterio į kitą perduodama per "pašto dėžutę", kuri yra baziniame kompiuteryje (serveryje).

Toks režimas būdingas globaliems kompiuteriniams tinklams, taip pat naudojant mobilias ryšio priemones, rečiau lokaliems kompiuteriniams tinklams.

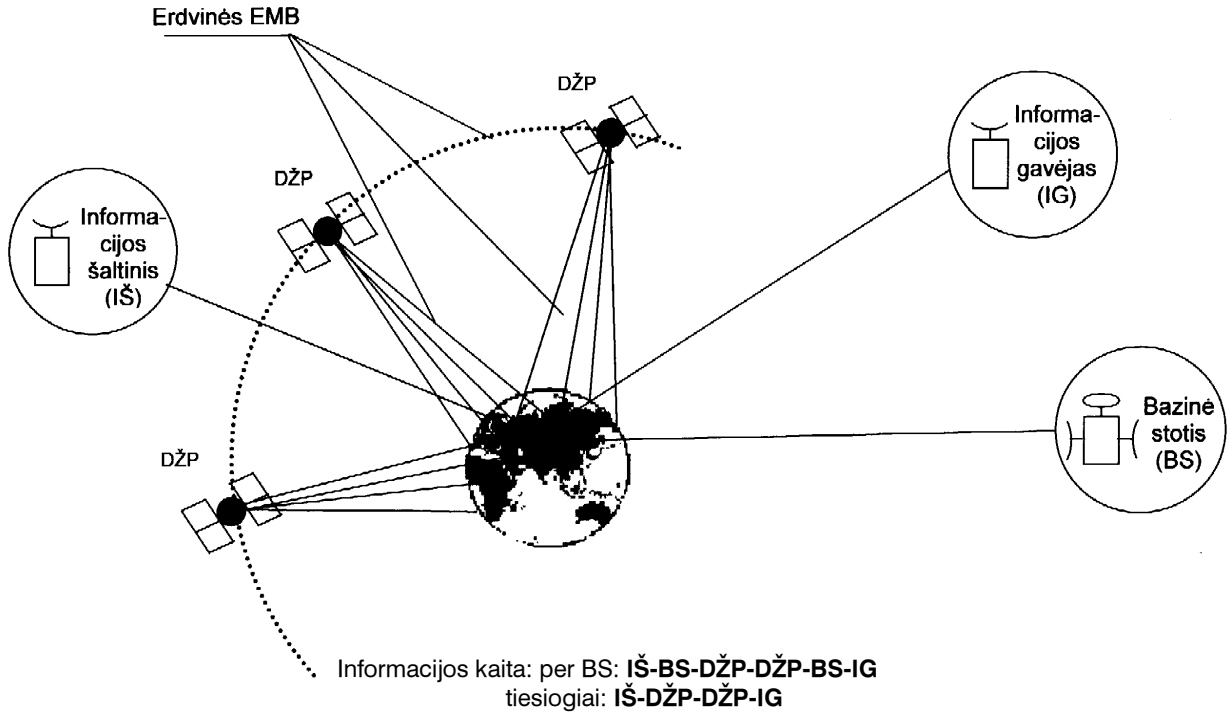
Šiuo atveju bazinis kompiuteris dirba nuolatinio įjungimo režimu, o vartotojo kompiuteris įjungiamas pagal grafiką.

1.5.4. Palydovinių ryšių samprata

Pradedant nuo šio amžiaus 7-ojo dešimtmečio pasaulyje prasidėjo aktyvus kosminės erdvės tyrinėjimas ir jos naudojimas žmonijos labui. Viena iš svarbiausių priežeminės kosminės erdvės naudojimo krypčių yra informacijos kaita. Šiuo tikslu į priežemines orbitas paleidžiami dirbtiniai Žemės palydovai (DŽP), kurie priklausomai nuo skrydžio orbitų gali būti stacionarūs ir nestacionarūs.

Stacionarūs DŽP paleidžiami į maždaug 40 000 km aukščio orbitas, jų apsisukimo apie Žemę laikas (periodas) 24 val. Taigi jie sukasi kartu su Žeme ir yra visą laiką virš to paties Žemės taško.

Nestacionarūs (žemi) DŽP skrieja žemesniuose aukščiuose (orbitų aukštis 250-400 km), apsisukimo apie Žemę laikas (periodas) sudaro nuo pusantros iki kelių valandų (priklausomai nuo orbitos aukščio). Jų skridimas virš Žemės rajonų priklauso nuo skrydžio aukščio ir kampo tarp orbitos plokštumos ir ekvatoriaus plokštumos.



Palydovinio ryšio schema

Siekiant užtikrinti nepertraukiamą informacijos palydoviniu ryšiu kaitą organizuojamos DŽP sistemos iš kelių (6-12) DŽP, skriejančių viena orbita. Sistemos DŽP išdėstomi priklausomai nuo orbitų aukščio ir ryšio priemonių duomenų taip, kad virš nurodyto Žemės rajono visą laiką būtų DŽP.

Informacijos kaita vyksta pagal schemą:

informacijos šaltinis - bazinė stotis - DŽP... DŽP - bazinė stotis - informacijos gavėjas.

Palydoviniams ryšiams tarp bazinės stoties ir DŽP naudojamos radijo ryšio linijos, dirbančios per 10 GHz dažniais, o informacijos kaitai tarp informacijos šaltinio (vartotojo) ir bazinės stoties gali būti laidinis arba radijo ryšys, taip pat ir kompiuterinis.

1.6. RYŠIO ORGANIZAVIMAS BATALIONE (KUROPOJE)

Ryšiai yra pagrindinė priemonė, kuri lemia dalinių (padalinių), ginklų sistemų valdymą ir KRIS funkcionavimą. Informacija turi būti perduodama realiu laiku todėl, kad tik aplenkus priešą renkant (gaunant), perduodant ir apdorojant informaciją, galima sukurti pagrindą pergalei pasiekti. Ryšiai taip pat užtikrina vado informacijos kaitą su pavaldžiais vadais ar štabais. Tai garantuoja dalinių (padalinių), kurie gali vykdyti savo užduotis būdami įvairiais nuotoliais nuo savo vado, valdymą.

Ryšiai batalione (kuopoje) tvarkomi vadovaujantis vado sprendimu bei brigados (bataliono) štabo viršininko nurodymais. Atsakingas už ryšį ir jo būklę yra bataliono štabo viršininkas (kuopoje - kuopos vadas). Ryšius tvarko ir už jų būklę tiesiogiai atsako bataliono ryšių viršininkas.

Bataliono (kuopos) vadas ir bataliono štabo viršininkas bet kokiomis sąlygomis privalo turėti ryšio priemones, užtikrinančias ryšio palaikymą su vyresniuoju vadu (viršininku), pavaldžių, pastiprinimo, paramos ir sąveikaujančių padalinių vadais, asmeniškai mokėti naudotis ryšio priemonėmis.

Ryšio organizavimas (būdai, režimai, ryšio priemonės) priklauso nuo kovos veiksmų rūšies, dalinio (padalinio) užduoties, jo vietos kovos rikiuotėje, laiko vykdyti kovos užduotį ir pan.

Batalione (kuopoje) ryšys palaikomas radijo, laidinėmis, mobiliomis, signalinėmis ryšio priemonėmis bei per pasiuntinius.

Gynyboje, išskyrus manevrinę gynybą, kai laidinis ryšys neorganizuojamas, ryšys dažniausiai palaikomas visomis turimomis priemonėmis. Taip pat laidinis ryšys neorganizuojamas puolime, žygyje bei reide. Susitelkimo rajone yra vengiama (net draudžiama) naudotis radijo ryšio priemonėmis. Mobilios ir signalinės ryšio priemonės naudojamos visų rūšių mūšiuose, žygio, reido bei poilsio vietose ir pan.

Radijo ryšio priemonės (tarp jų ir radiorelinės) yra svarbiausios, o kartais ir vienintelės ryšio priemonės, galinčios užtikrinti padalinių valdymą ir sudėtingiausiose situacijose.

Radijo ryšys batalione (kuopoje) gali būti organizuojamas tiek puolime, tiek ir gynyboje, žygyje, reide ir kitomis aplinkybėmis. Organizuojamų radijo tinklų (radijo krypčių) skaičius ir jų paskirtis priklauso nuo bataliono (kuopos) struktūros, vykdomos užduoties ir pan. Dažniausiai organizuojami tokie pagrindiniai radijo tinklai (kryptys): vadovavimo, žvalgybos, sąveikos, ugnies valdymo, aprūpinimo ir kt.

Vadovavimo tinklą vadas naudoja valdyti jam tiesiogiai pavaldžius pavaldinius, koordinuoti jų veiksmus, pranešti duomenis ir pan. Šis tinklas paprastai yra išskleidžiamas pirmiausia. Batalione (kuopoje) gali būti vienas arba du vadovavimo tinklai. Du vadovavimo tinklai dažniausiai organizuojami tada, kai yra pakankamai ryšio priemonių ir kovos veiksmus planuojama rengti tiek su kovos mašinomis (šarvuočiais), tiek ir be jų. Tuo atveju vienas vadovavimo tinklas organizuojamas naudojant ryšio priemones, išdėstytas kovos mašinose (šarvuočiuose), o kitas - naudojant nešiojamąsias radijo stotis (kai kovos užduotys vykdomos be kovos technikos ar šarvuočių). Bataliono vado ryšys su brigados vadu taip pat organizuojamas dviem brigados vadovavimo tinklais - vienas TB, kitas UTB diapazonu. Kai kuriais atvejais, pvz.: įvedus aukštesnes kovinės parengties pakopas, ekstremalių situacijų atvejais, gali būti pradėtas budėjimas kariuomenės vado tinkle (tai liečia batalioną ir kariuomenės aukštesnes organizacines struktūras).

Žvalgybos tinklas naudojamas greitai žvalgybos informacijai perduoti. Šis tinklas gali būti ir atsarginis vadovavimo tinklo variantas. Pagal išskleidimą jis yra antroje (po vadovavimo tinklo) vietoje.

Sąveikos tinklas naudojamas tam, kad užtikrintų sąveiką tarp bataliono (kuopos) padalinių, jų pastiprinimo ir paramos padalinių, taip pat su šalia išdėstytais batalionais (kuopomis), dalyvaujančiais bendruose kovos veiksmuose.

Ugnies valdymo tinklas paprastai susijęs su minosvaidžių, artilerijos, prieštankiniais, priešlėktuviniais ar kitais padaliniais. Šis tinklas naudojamas perduoti tikslus duomenis apie taikinius ir valdyti ugnies elementus. Turint pakankamai ryšio priemonių, gali būti organizuojami du ugnies valdymo

tinklai, pvz., vienas su artilerijos ir minosvaidžių padaliniais, kitas su priešlėktuvinės gynybos padaliniais. Šie tinklai (ar tinklas) išskleidžiami kiek įmanoma greičiau.

Aprūpinimo tinklas naudojamas informacijai apie pavaldžių padalinių aprūpinimą perduoti. Tokia informacija taktiniu požiūriu nėra tiek svarbi kaip, pavyzdžiui, informacija vadovavimo, žvalgybos, sąveikos ar ugnies valdymo tinkluose. Dažniausia, prasidėjus kovos veiksams, pagrindiniai aprūpinimo klausimai būna jau suderinti ir išspręsti. Todėl šio tinklo išskleidimas nėra toks skubus, kaip aukščiau minėtų tinklų.

Be šių pagrindinių radijo tinklų (krypčių), batalione (kuopoje) gali būti organizuojami ir kiti papildomi tinklai (kryptys), pvz., vadaviečių apsaugos, kovinės saugos ir pan.

Visuose šiuose radijo ryšio tinkluose (kryptyse) gali būti parinktas vienas iš darbo organizavimo režimų: visiškos kaitos, budinčio priėmimo ar darbo pagal grafiką. Tai priklauso nuo kovos veiksmų (mūšio) rūšies ir vykdomų užduočių specifikos.

Puolime batalionas (kuopa) paprastai puola brigados (bataliono) pagrindinių jėgų sudėtyje (arba sudaro jos bendrą rezervą), gali veikti žygio užkardoje arba pulti savarankiškai. Atsižvelgiant į tai, bataliono (kuopos) ryšio schema yra nepastovi. Tačiau pagrindiniai radijo tinklai (kryptys) - vadovavimo, žvalgybos, sąveikos, ugnies valdymo ir aprūpinimo - organizuojami paprastai visada ir juose dirbama visiškos kaitos režimu. Su pastiprinimo padaliniais (priešlėktuvinės gynybos, inžinerijos ir kt.) radijo ryšys gali būti palaikomas tuo pačiu vadovavimo tinklu kaip ir su pagrindiniais padaliniais, bet jeigu yra pakankamai ryšio priemonių, gali būti organizuojamas ir atskiras radijo tinklas (kryptis). Sąveikos radijo ryšys organizuojamas pagal brigados sąveikos tinklą.

Jeigu batalionas (kuopa) yra rezerve, tai ryšys atskirais tinklais (kryptimis) gali būti organizuotas budinčio priėmimo režimu arba kitomis ryšio priemonėmis (pvz., laidinėmis ryšio priemonėmis). Paprastai šiuo atveju radijo ryšio priemonių naudojimas yra labai ribojamas. O jeigu ir yra naudojamos šios priemonės, tai turi būti griežtai laikomasi radijo maskuotės reikalavimų.

Veikiant kai kuriems bataliono (kuopos) padaliniais savarankiškai (pvz., vykdant saugos užduotis, diversijas ar pan.), su jais radijo ryšys gali būti organizuojamas atskiromis radijo kryptimis.

Gynyboje bataliono (kuopos) radijo ryšio schema praktiškai nesikeičia. Tačiau konkrečioje situacijoje ji gali turėti ir kai kurių pakeitimų. Ypač tai aktualu kai organizuojama manevrinė gynyba, kai daugiau

padalinių veikia savarankiškai ir vykdo specifines užduotis (kovinę saugą, pasala, dengia pagrindinių pajėgų atsitraukimą ir pan.).

Žygyje, reide bataliono (kuopos) radijo tinkluose (kryptyse) kur kas plačiau naudojamas budinčio priėmimo režimas arba darbas pagal grafiką. Radijo tinklų (krypčių) skaičius taip pat mažinamas iki minimumo. Dažniausiai yra paliekami vadovavimo bei kovinės saugos radijo tinklai.

Taikos metu, taip pat žygio, prasidėjus kovos veiksmams, metu dirbti koviniais radijo tinklais (kryptimis) draudžiama.

Mūšio metu visos komandos per radiją perduodamos atvirai, tačiau padalinių pavadinimai bei vadų pareigos nurodomos tik šaukiniais, o vietovės elementai - orientyrais (žyminiais taškais), koduojant žemėlapi.

Laidinės ryšio priemonės naudojamos savarankiškai ir kartu su radijo ryšio priemonėmis, esant batalionui (kuopai) gynyboje (išskyrus manevrinę gynybą), susitelkimo rajone, nuolatinėse dislokavimo vietose, taip pat vidiniams ryšiams įrengti vadavietėse (valdymo punktuose), štabuose ir pan.

Ryšio organizavimo būdas priklauso nuo turimo ryšio priemonių skaičiaus ir pavaldžių padalinių išdėstymo vietovėje. Dažniausiai naudojamas kombinuotas ryšio organizavimo būdas, pvz., su pagrindiniais padaliniais ryšys organizuojamas pagal laidinio ryšio ašį, su padaliniu (-iais), paskirtu į rezervą, - pagal laidinio ryšio kryptį.

Mobilios ryšio priemonės naudojamos visų rūšių mūšiuose, žygio metu ir poilsio vietose. Tam tikromis sąlygomis gali būti organizuotas ir paštas. Tam tikslui yra naudojamos kovos mašinos (šarvuočiai), automobiliai ar pasiuntiniai.

Signalinės ryšio priemonės naudojamos komandoms, įspėjimo, valdymo, koordinavimo ir sąveikos signalams perduoti. Palaikant ryšį signalinėmis priemonėmis, draudžiama kitiems tikslams naudoti statutuose numatytus signalus (apie naikinimo priemonių panaudojimo pavojų, radioaktyvųjų, cheminių ir biologinių užterštumą, branduolinius smūgius, aviacijos antskrydžius ir pan.).

Organizuojant sąveiką su gretimais padaliniais, naudojamos radijo, laidinės ir mobilios padalinio iš dešinės ryšio priemonės.

Taip pat labai svarbu, kad organizuojant ryšį būtų vykdomi bendrieji ryšio organizavimo reikalavimai (šios knygos 1.3 skyrius).

2. RADIOJO RYŠIO PAGRINDAI

2.1. BENDROJI RADIOJO RYŠIO SCHEMA

Karinės ryšių informacinės sistemos (KRIS) techninės bazės pagrindą sudaro radijo ryšys, o esant valdymo sistemos elementų judėjimui - tai vienintelė techninė valdymo priemonė (neskaitant signalinių ir pašto).

Radijo ryšį pirmaisiais jo išsivystymo metais (1889 m. pirmą kartą buvo demonstruojamas radijo ryšys) vadindavo “telegrafu be laidų”, vėliau pakeista terminu “*radijas*”. Žodis “*radijas*”, išvertus į lietuvių kalbą iš lotyniško “*radius*”, reiškia “*spindulys*”. Toks informacijos perdavimas buvo pavadintas radijas todėl, kad radijo stotys spinduliuoja elektromagnetines bangas, panašiai kaip šviesos bangos, į visas puses arba kai kuriomis nustatytais kryptimis.

Radijo ryšys - *informacijos kaita be laidų elektromagnetinėmis bangomis (EMB)*. EMB, kurios naudojamos radijo ryšiams, kartais vadinamos radijo bangomis.

Radijo ryšio pagrindą sudaro radijo stotys.

Akivaizdu, kad radijo ryšyje sąveikauja mažiausiai dvi radijo stotys (perduodamoji ir priimamoji).

Radijo stotys radijo ryšio metu atlieka tokias **funkcijas**:

1. informacijos keitimą aukštojo dažnio (AD) virpesiais (perduodamoji radijo stotis);
2. AD virpesių keitimą į EMB (radijo bangas), jų spinduliuojimą į visas puses arba kryptingai (perduodamosios radijo stoties antena);
3. EMB priėmimą, jų keitimą į AD virpesius, ir AD virpesių keitimą į informaciją (priimamoji radijo stotis).

Išvardytas funkcijas paaiškinsim naudodami bendrą radijo ryšio schemą (2.1 pav.):

1. informacijos keitimas į AD virpesius perduodamojoje radijo stotyje gali būti atliekamas tokiu būdu:

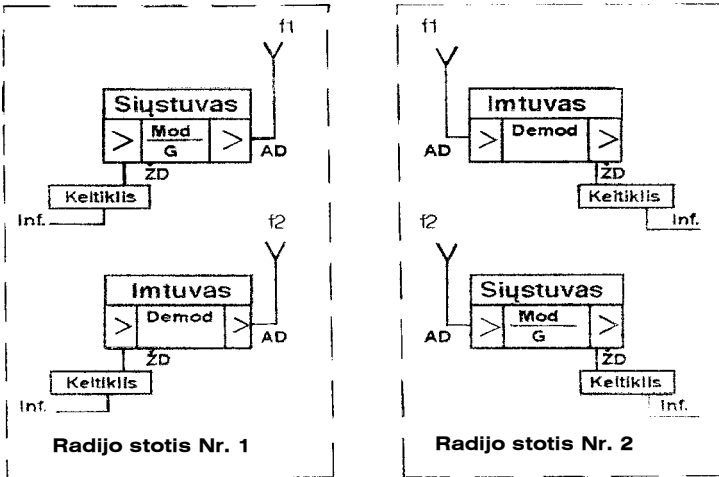
1.1. neelektrinė informacija (pvz., garsas) keitikliu keičiama į žemojo dažnio (ŽD) virpesius arba į impulsų seką.

Elektrinė informacija (analoginė) į radijo stotį tiekiami ŽD virpesiais, o diskretinė elektrinė - impulsų seka. Keitiklis ŽD parametrus (amplitudę, dažnį, fazę) keičia taip, kad juose būtų informacija.

Radijo stotyje yra didinamas ŽD virpesių (impulsų sekos) galingumas, t.y. jie yra stiprinami;

1.2. ŽD virpesiais (impulsų sekos parametrais) keičiami AD virpesių parametrai (amplitudė, dažnis, fazė). Tokiu būdu AD virpesių parametrai kinta atitinkamai perduodamai informacijai.

AD virpesių parametruų keitimas ŽD virpesiais arba impulsų sekos parametrais vadinamas **moduliuvimu**.



2.1 pav. Bendroji radijo ryšio schema

Ryšio technikoje naudojamas amplitudės moduliavimas (AM), dažnio moduliavimas (DM), fazės moduliavimas (FM), impulsų moduliavimas (IM). Pastarasis (IM) gali būti naudojamas su AM, DM arba FM.

AD virpesių galingumas yra didinamas (jie yra stiprinami).

2. AD virpesius į EMB keičia ir juos spinduliuoja antena. Antena suderinama su siųstuvo paskutiniu AD stiprintuvu (jų gali būti keletas) taip, kad būtų užtikrintas optimalus AD virpesių perdavimas (siųstuvo galingumo naudojimas) antenai. Veikiant AD virpesiams, antenoje atsiranda AD srovės, kurios sukelia EMB anteną supančioje erdvėje.

EMB išspinduliuojamos į aplinką: į visas puses, jeigu antena nekryptinė, arba tik į nustatytą erdvinį kampą, jeigu antena yra kryptinė.

EMB erdvėje, kaip žinoma, sklinda tolygiai pastoviu greičiu $3 \cdot 10^8$ m/sek.

3. EMB priėmimą, jų keitimą į AD virpesius ir AD virpesių keitimą į informaciją atlieka priimamoji radijo stotis:

3.1. priklausomai nuo to, kuriame erdviame kampe perduodamoji radijo stotis išspinduliuoja EMB, priimančiosios radijo stoties antenoje atsiranda

didesnio ar mažesnio galingumo AD srovės, t.y. priimamosios radijo stoties antena EMB keičia į AD srovę. AD virpesių galingumas yra didinamas AD stiprintuvuose. AD virpesių parametruose (priklausomai nuo moduliavimo) yra informacija, kuri buvo pateikta perduodamajai radijo stočiai;

3.2. AD virpesiai keičiami į ŽD virpesius (impulsų seka) taip, kad ŽD virpesių (impulsų sekos) parametruose išliktų perduota informacija. Toks keitimas vyksta demoduliacijoje. Perduodamosios radijo stoties modulatoriaus ir priimamosios radijo stoties demoduliacijos veikimas turi būti suderintas. Pvz., jeigu perduodant informaciją naudojama DM, tai ir priimant būtina naudoti DM.

ŽD virpesių (impulsų sekos) galingumas yra didinamas (jie stiprinami);

3.3. ŽD virpesiai (impulsų seka) keitikliu keičiami į informaciją. Tokiais keitikliais gali būti: garsiakalbis, telegrafo aparatas, faksas, modemas su kompiuteriu ir kt.

Tokiu būdu radijo ryšio metu radijo stotys keičia informaciją į ŽD ir AD virpesius, po to į EMB, išspinduliuoja jas į erdvę, priima EMB, keičia jas į AD ir ŽD virpesius, o po to į informaciją. Perduodant (priimant) diskretinę informaciją ŽD virpesiai gali būti nenaudojami.

2.2. RADIO BANGOS IR JŲ SKLIDIMAS

Radijo bangos (arba elektromagnetinės bangos - EMB), sklindančios aplinkoje, skirstomos į paviršines (priežemines) ir erdvinės.

Paviršinės EMB, spinduliuojamos horizontaliai, sklinda virš Žemės paviršiaus apatiniu atmosferos sluoksniu. Šios EMB naudojamos priežeminiams ryšiams.

Erdvinės EMB spinduliuojamos nuožulniai įvairiais kampais Žemės paviršiaus atžvilgiu. Jos naudojamos troposferiniams ir palydoviniams (kosminiams) ryšiams.

EMB sklidimas yra sudėtingas procesas. Pateiksime bendrą sampratą apie EMB sklidimą.

EMB sklindant atmosfera pastebimi šie reiškiniai:

energijos išsklaidymas, slopinimas, atspindys ir lūžimas, refrakcija ir difrakcija bei interferencija. Tokie pat reiškiniai pastebimi sklindant šviesos bangoms.

1. **EMB energijos išsklaidymas** paaiškinamas tuo, kad EMB nuo perduodamosios radijo stoties antenos (nekrupinės) sklinda į visas puses ir tolstant jų energija išsiskirsto į vis didesnę ir didesnę erdvę.

EMB energija (elektromagnetinio lauko srauto tankis) kiekviename erdvės taške, toldama nuo antenos, vis mažėja. Šis reiškinys yra svarbus vertinant radijo ryšio nuotolį. Radijo ryšio nuotolis bus didesnis, jeigu EMB energijos išsklaidymas bus mažesnis.

EMB išsklaidymas mažinamas naudojant kryptines antenas. Kryptinės antenos spinduliuoja EMB ne į visas puses, o tik erdviniam kampe, kurio matmenys priklauso nuo radijo stoties antenos parametrų (kryptingumo koeficiento).

Taigi norint užtikrinti didesnį ryšio nuotolį, reikia mažinti EMB energijos išsklaidymą, t.y. naudoti kryptines antenas.

2. **EMB slopinimas** aiškinamas tuo, kad bangos sklinda ne beorėje erdvėje, o realioje atmosferoje, sutikdamos savo kelyje įvairias, elektriniu požūriū, kliūtis (dielektrikus, puslaidininkius, laidininkus). Beorėje erdvėje EMB slopimo nėra, nes ji nesąveikauja su kliūtimis, bet tokios erdvės realiai nėra. Nejonizuotas oras mažai slopina EMB. Kieti dielektrikai, puslaidininkiai, laidininkai stipriai slopina EMB.

Dielektrikuose EMB sukelia poslinkio srovės, o tam yra eikvojama energija. Vyksta EMB slopinimas.

Laidininkuose EMB sukelia laidumo srovės (kaip tik taip priima radijo bangas antena). Srovėms laidininke sukelti eikvojama energija, tai yra vyksta slopinimas. Laidininkai labiausiai slopina EMB.

Puslaidininkiuose, veikiant EMB, sukeliama laidumo ir poslinkio srovės. Todėl jonizuoti atmosferos sluoksniai (puslaidininkiai) pastebimai slopina EMB.

EMB slopinimas priklauso nuo kampo tarp bangų sklidimo krypties ir kliūtis (dielektriko, puslaidininkio, laidininko) plokštumos. Tuo atveju, kai EMB sklinda išilgai arba kampas tarp bangų sklidimo krypties ir kliūtis plokštumos mažas (keli laipsniai), slopinimas yra mažas. Todėl EMB sklidimo nuotolis didėja virš jūros, išilgai upių ir pan.

Sklindant EMB virš Žemės paviršiaus, jų energiją mažina dirva, įvairios kliūtys (kalnai, kalvos, miškai, pastatai, elektros perdavimo linijos ir kt.).

Labai didelis slopinimas pastebimas jeigu sklindant EMB, sutinkami metaliniai stogai, gelžbetoniniai pastatai, elektros perdavimo laidai, kalnai su metalų rudomis arba drėgnais žemės sluoksniais, drėgni pastatai, miškai ir kt. EMB slopimo dydis priklauso nuo bangų ilgio (dažnio) - mažesnio ilgio bangų slopimo efektas didesnis.

Kaip matyti iš to, kas pasakyta, EMB slopimo dydis priklauso nuo atmosferos, vietovės ir bangos ilgio. Į tai turi būti atsižvelgiama renkant radijo stočių dislokacijos vietas ir dažnius.

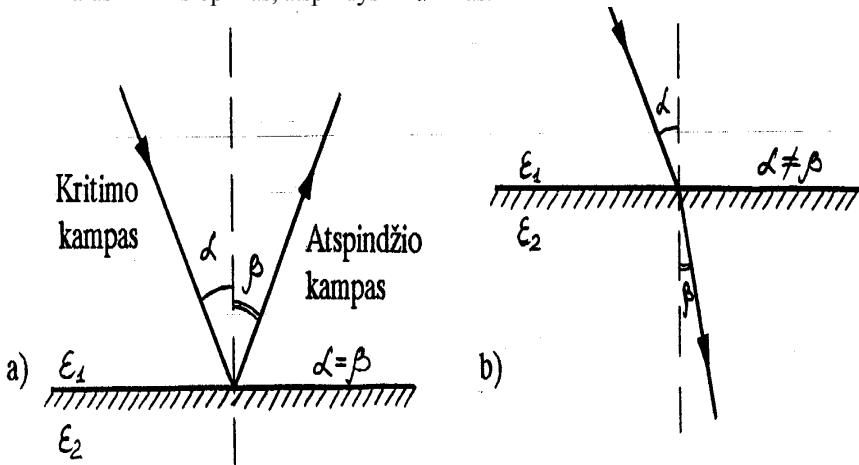
3. **EMB atspindys ir lūžimas** pastebimas tuomet, kai bangos, sklisdamos viena aplinka, sutinka kitą aplinką su skirtinga dielektrine skvarba.

EMB atspindys arba lūžimo kampas priklauso nuo aplinkos dielektrinių skvarbų ϵ_1 ir ϵ_2 (2.2 pav.).

EMB atspindžio efektas aiškinamas tuo, kad krintanti į kūno paviršių banga sukelia jame svores, kurios spinduliuoja naujas bangas tuo pačiu dažniu, t.y. vyksta atspindys.

EMB sklindant iš vienos aplinkos į kitą su skirtingomis dielektrinėmis skvarbomis (ϵ_1 ir ϵ_2), keičiasi bangos sklidimo kryptis. Šis reiškinys aiškinamas tuo, kad keičiasi bangų sąveika su aplinka (priklausomai nuo dielektrinės skvarbos). Juo didesnis skirtumas tarp aplinkos dielektrinių skvarbų ir juo didesnis bangos ilgis (mažesnis dažnis), juo labiau pasireiškia EMB lūžimo efektas.

Taigi, sklindanti EMB sutikusi laidininką gali būti slopinama, atsispindėti, o dielektriką ir puslaidininkį - slopinama, atsispindėti, lūžti (keisti kryptį). Parenkant radijo stočių dislokacijos vietą, reikia atlikti vietovės, kurioje organizuojamas ryšys, tyrimą. Tyrimo tikslas - parinkti radijo ryšio tarp korespondentų kryptį taip, kad būtų minimalus EMB slopinimas, atspindys ir lūžimas.



2.2 pav. Radijo bangų atspindys (a) ir lūžimas (b)

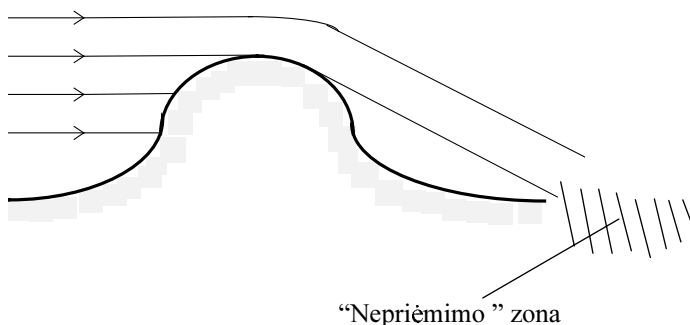
4. **EMB refrakcija ir difrakcija** - reiškiniai, kai radijo bangos keičia savo sklidimo kryptį.

Refrakcija priskiriama lūžimo efektui, o difrakcija traktuojama kaip kliūčių aplenkimas radijo bangomis. Mes trumpai nagrinėsime refrakciją ir difrakciją kaip EMB sklidimo reiškinius, kurie pasireiškia radijo bangų sklidimo krypties pasikeitimu.

Juo EMB yra ilgesnės (mažesnis dažnis), juo labiau pasireiškia refrakcija ir difrakcija.

Suprantama, kad EMB staigiai pakeisti savo krypties negali, todėl už kalnų, pastatų (per kuriuos radijo bangos tiesiogiai nepraeina dėl didelio slopinimo) gali susidaryti nepriėmimo arba vadinamos “tylos” zonos (2.3 pav.). Jose radijo ryšį palaikyti neįmanoma, reikia arba pakeisti dislokaciją arba naudoti didesnio aukščio bei kryptines antenas.

Nepriėmimo zonas preliminariai galima nustatyti atlikus vietovės tyrimą pagal žemėlapi.



2.3 pav. Radijo bangų difrakcija

5. **EMB interferencija** - pasireiškia dviejų arba daugiau EMB sudėtimi erdvės vietovės taškuose.

Interferencijos efektas galimas dėl paviršinių ir erdviųjų bangų sudėties.

EMB, sklisdamos aplinka ir sutikdamos kliūtis (tarp jų ir skirtingai jonizuotus atmosferos sluoksnius), keičia savo sklidimo kryptį (refraguoja, atspindi). Galimas atvejis, kai į konkretų erdvės (vietovės) tašką iš vienos perduodamosios radijo stoties EMB atsklinda skirtingais keliais.

Jeigu EMB, priimtos tam tikros erdvės (vietovės) taške iš vienos perduodamosios radijo stoties iš skirtingų kryptių, fazės sutampa - ryšys gerėja, o jeigu priešingos fazės - ryšys blogėja arba visiškai nutrūksta.

*Radijo ryšio (ypač telefoniniu režimu) stabilumo kitimas dėl interferencijos vadinamas **fedingu**.* Fedingo reiškinys atsiranda dažniausia dėl to, kad į radijo stoties priėmimo anteną atsklinda EMB iš vieno siųstuvo skirtingais keliais.

Galimas atvejis, kai į vieną erdvės (vietovės) tašką atsklinda EMB iš keleto perduodamųjų radijo stočių. Šiuo atveju atsiranda trukdžiai, kurių stiprumas priklauso nuo radijo stočių darbo dažnių.

Trukdžių šalinimo būdai bus nagrinėjami vėliau. Fedingo reiškiniui šalinti galima naudoti 2-3 priėmimo antenas su savo AD stiprintuvais, išdėstytais vietovėje taip, kad bendro ŽD stiprintuvo išėjime būtų minimalus informacijos iškraipymas. Paprastai antenas išdėsto apie 300 m atstumu viena nuo kitos taip, kad kai vienoje antenoje pastebimas signalų silpnėjimas, kitoje antenoje signalai stiprėja (EMB atsklinda faze).

Fedingo reiškinių taip pat mažina automatinio dažnio ir stiprinimo reguliavimas priimamojoje radijo stotyje.

Taigi renkant radijo stoties dislokacijos vietą derėtų atsižvelgti į pateiktus aukščiau EMB sklidimo ypatumus.

Remiantis tarptautiniu radijo reglamentu, **dažniai skirstomi į 22 diapazonus**; radijo ryšiui dabartiniu metu naudojami devyni (nuo 4 iki 12).

Žinoma, kad bangos ilgis (λ) ir dažnis (f) yra vienas kitam atvirkščiai proporcingi dydžiai.

Bangos ilgį (λ) galima greitai apskaičiuoti, žinant dažnį (f), pagal formulę, gaunamą iš EMB sklidimo greičio (300 000 km/sek), bangos ilgio ir dažnio:

$$\lambda[\text{M}] = \frac{300}{f[\text{MHz}]},$$

čia λ - bangos ilgis, išreikštas metrais,

f - bangos dažnis, išreikštas MHz.

Radijo dažnių skirstymas (diapazonų numeriai, pavadinimai, bangos ilgis ir dažnis) pateikti 2.1 lentelėje. Ten pat pateikti pagrindiniai radijo dažnių diapazonų naudojimo aspektai.

Trumpai apibūdinsime kiekvieną diapazoną.

Labai ilgų bangų (MB) diapazonas: bangos ilgis nuo 100 iki 10 km (dažnis nuo 3 iki 30 KHz); naudojamas radionavigacijoje ir ryšiams su povandeniniais objektais. Ryšiui palaikyti reikalingi galingi siųstuvai.

Ilgųjų bangų (IB) diapazonas: bangos ilgis nuo 10 iki 1 km (dažnis nuo 30 iki 300 KHz); ryšiui palaikyti šiomis bangomis reikia galingų siųstuvų. Atsižvelgiant į tai, kad vienai stočiai reikalinga dažnio juosta apie 9 KHz, tai šiame diapazone gali, netrukdydamos viena kitai, dirbti tik 30 stočių, o tai reikalauja, kad radijo stotys būtų dislokuotos atitinkamu nuotoliu viena nuo kitos, kad nebūtų tarpusavio trukdžių.

RADIJO DAŽNIŲ SKIRSTYMAS

2.1 lentelė

Diap. Nr.	Diapazono pavadinimas	Bangos ilgis	Dažnis	Naudojimas
4	Labai ilgos (miriametrinės) bangos MB (VLF)	100-10 km	3-30 KHz	Radio ryšys, radionavigacija
5	Ilgosios (kilometrines) bangos IB (LF)	10-1 km	30-300 KHz	Radio ryšys, radionavigacija
6	Vidutinės (hektometrines) bangos VB (MF)	1 km - 100 m	300 KHz - 3 MHz	Radio ryšys, radionavigacija; 600 m - SOS
7	Trumposios (dekametrinės) bangos TB (HF)	100-10 m	3-30 MHz	Radio ryšys
8	UTB (metrinės) UTB m (VHF)	10-1 m	30-300 MHz	Radio ryšys, TV, radiolokacija
9	UTB (decimetrinės) UTB dm (UHF)	100-10 cm	300 - 3000 MHz	Radio ryšys, TV, radiolokacija
10	UTB (centimetrinės) UTB cm (SHF)	10-1 cm	3-30 GHz	Radio ryšys, kosminis ryšys, palydovinė TV
11	UTB (milimetrinės) UTB mm (EHF)	10-1 mm	30-300 GHz	Radio ryšys, kosminis ryšys
12	UTB (decimilimetrinės) UTB dmm (HHF)	1 mm - 1dmm	300-3000 GHz	

Pastaba: Diapazono pavadinime sutrumpinimas skliausteliuose pateiktas kaip priimta JAV.

Paviršinės labai ilgos ir ilgosios bangos dėl savo gerų difracinių savybių sklinda aplenkdamos Žemės rutulio kreivumą ir kai kurias kliūtis. Žemės paviršius ir įvairios kliūtys smarkiai slopina tų bangų energiją.

Erdvinės šių diapazonų bangos atsispindi nuo jonosferos (dieną nuo sluoksnio D, o naktį nuo sluoksnio E, 1.8 pav.), sugrįžta į Žemę, atsispindi nuo jos paviršiaus, kyla į viršų, vėl atsispindi nuo jonosferos ir t.t. Taip atsispindint, smarkiai sugerama bangų energija ir todėl šias bangas perduoti dideliais atstumais reikia galingų siųstuvų. Fedingo reiškinys šioms bangoms nepasireiškia. Žiemą ir naktį ilgųjų bangų priėmimas šiek tiek geresnis negu vasarą ir dieną. Taip yra dėl to, kad oras žiemą ir naktį mažiau jonizuotas, ir todėl bangos mažiau slopinamos. Įvairūs kiti pakitimai jonosferoje ir troposferoje praktiškai neveikia

šių bangų sklidimo. Palyginti su kitomis bangomis, labai ilgų ir ilgųjų bangų sklidimo sąlygos yra pastoviausios.

Vidutinės bangos (VB): bangų ilgis nuo 1000 iki 100 m (dažnis 300-3000 KHz), naudojamos radijo ryšiui, radionavigacijai.

Šiame diapazone gali veikti apie 150 stočių, o jų yra kur kas daugiau, netgi Europoje. Todėl duodami tie patys dažniai keletui stočių, kurios yra nutolusios viena nuo kitos tiek, kad nebūtų tarpusavio trukdžių.

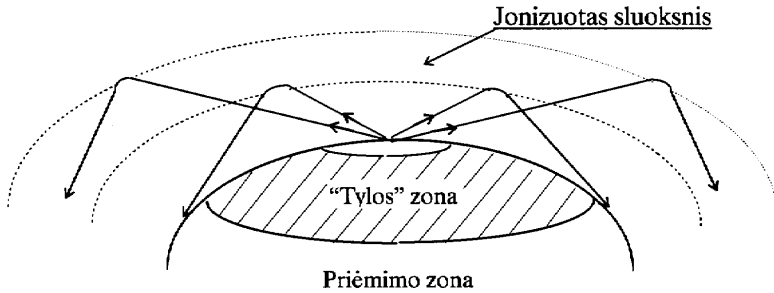
600 m banga skirta perduoti nelaimės signalą SOS.

Šio diapazono *erdvines* bangas dieną labai smarkiai slopina jonosfera ir praktiškai jų negalima naudoti radijo ryšiui. *Paviršines* bangas taip pat smarkiai slopina žemė, be to, slopimas juo didesnis, juo trumpesnė banga ir juo blogesnis paviršinio Žemės sluoksnio laidumas. Mažiausiai bangas slopina jūros vanduo, daugiausiai - sausas gruntas. Vadinasi, vidutinės bangos sklinda palyginti netoli, o sutemus ryšio nuotolis staigiai didėja, nes sumažėja šių bangų slopimas, kai jos atsispindi nuo atmosferos. Ryšio atstumas taip pat padidėja ir žiemą, nes sumažėja bangų slopimas jonosferoje.

Dėl paviršinių ir erdvinų spindulių, atėjusių skirtingais keliais, interferencijos naktį, priimant vidutinės bangas, pastebimas smarkus fedingas. Įvairūs kiti pasikeitimai jonosferoje praktiškai neveikia vidutinių bangų sklidimo. Vidutinių bangų priėmimui būdingi smarkūs atmosferiniai trukdymai, kuriuos sukuria elektriniai išlydziai atmosferoje. Šie trukdymai ypač stiprūs vasarą.

Trumpųjų bangų (TB) diapazonas bangų ilgis nuo 100 iki 10 m (dažnis nuo 3 iki 30 MHz). Radijo stočių, veikiančių šiame diapazone, gali būti per 3000.

Šias bangas smarkiai slopina žemė ir aplinkiniai daiktai. Todėl *paviršinių* bangų veikimo nuotolis yra nedidelis, paprastai ne didesnis kaip keletas dešimčių kilometrų. Juo mažesnis galingumas ir juo trumpesnė banga, juo trumpesnis veikimo nuotolis. Trumpesnėms negu 80 m bangoms už paviršinės bangos priėmimo zonos yra *tylos zona*, kur nėra jokio priėmimo (2.4 pav.). Ši zona įvairioms bangoms ir skirtingu paros ir metų laiku tęsiasi nuo šimtų iki tūkstančių kilometrų. Juo trumpesnė banga, juo didesnė tylos zona. Be to, ji naktį didesnė negu dieną, o žiemą - negu vasarą. Už tylos zonos vėl prasideda priėmimo zona, kurią sudaro lūžę jonosferoje erdviniai spinduliai, sugrįžę į Žemės paviršių. Toje zonoje priėmimas dažniausiai geras, tačiau susidaro ir fedingai. Trumposioms bangoms fedingai būna beveik visada, o kartais jie pasireiškia labai ryškiai ir dažnai.



2.4. pav. Trumpųjų bangų tylos zona

80-100 m bangoms tylos zonos dažniausiai nebūna. 50-80 m bangoms tylos zona pastebima kartais naktį. 35-70 m (ir ilgesnės) bangos dažniausiai taikomos tolimam naktiniam ryšiui ir vadinamos **naktinėmis bangomis**. Artimam ryšiui (paviršiniu spinduliu) jos naudojamos ir dieną.

Trumpųjų bangų erdvinis spindulys paprastai atsispindi nuo sluoksnio F_2 (1.8 pav.) ir yra slopinamas sluoksnyje E, pro kurį jis praeina du kartus. Esant tolimam ryšiui, dieną naktinės bangos girdimos silpnai, nes jas smarkiai slopina sluoksnis E. Naktį, kai slopimas sluoksnyje E sumažėja, bangos, naudojamos tolimam ryšiui, gerai priimamos.

10-25 m bangas sluoksnis E slopina nesmarkiai. Todėl jos naudojamos dieniniam ryšiui ir vadinamos **dieninėmis bangomis**. Tų bangų tylos zona yra kur kas didesnė, ypač naktį. 10-25 m ilgio bangos naktiniam darbui mažai tinka, nes naktį sluoksnio F_2 jonizacija per maža, kad bangos sugrįžtų atgal į Žemę, o 25-35 m bangos naudojamos tolimajam ryšiui ir naktį, ir dieną. Pavyzdžiui, radijo trumpųjų bangų stotys dieną dirba dažniausiai 10-25 m bangomis, o naktį pereina prie 35-70 m bangų.

Jonosferos sluoksnių aukščio ir laidumo kitimas per parą, metus, per 11 metų (Saulės veiklos periodą) padaro trumpųjų bangų ryšį nepastovų ir keičia tylos zonos ribas. Dieną ir naktį, vasarą ir žiemą ryšiui tenka naudoti įvairias bangas. Tačiau labai gera trumpųjų bangų savybė yra didelis ryšio atstumas: jis būna iki tūkstančių kilometrų, kai siųstuvų galingumas maždaug lygus dešimtims vatų. Gali būti palaikomas ryšys tarp antipodų, atseit atstumu, lygiu pusei Žemės apskritimo (20 000 km).

Įvairūs trukdymai jonosferoje (pavyzdžiui, magnetinės audros) smarkiai veikia trumpųjų bangų sklaidimą, o kartais net visai nutraukia ryšį tomis bangomis. Tokie ryšio nutrūkimai labiausiai pasireiškia vietovėje, kuri yra arti Žemės magnetinių polių, nes kaip tik į juos lekia dalelių srautai, ateinantys į Žemės atmosferą iš Saulės. Ryšys paprastai nutrūksta ne ilgiau

kaip keletą valandų. Tokiais periodais dera palaikyti ryšį ilgosiomis bangomis arba per tarpines (retransliacijos) stotis, esančias toliau nuo magnetinių polių. Dabar pavyksta gana tiksliai numatyti jonosferinius sutrikimus, nes jie yra susieti su Saulės veiklos kitimu ir konkrečiai su jos sukimusi aplink savo ašį. Žinios apie būsimuosius jonosferos sutrikimus ir trumpųjų bangų sklaidimo kitimą skelbiamos vadinamosiose radijo prognozėse. Be aprašytų reiškinų, jonosferoje pastebimi neperiodinio pobūdžio sutrikimai, kurių iš anksto numatyti negalima.

Pastebimas taip pat gana įdomus trumpųjų bangų radijo aidų reiškinys, kai informacija iš siųstuvo į imtuvą ateina dviem keliais: trumpiausiu keliu, pvz., 2000 km, ir kitu keliu aplink Žemės rutulį, atseit mūsų pavyzdyje atstumu, lygiu 38000 km. Suprantama, kad informacija antruoju keliu ateis šiek tiek pavėlavusi, šiuo atveju maždaug 1/7 sek. Trumposios bangos apeina Žemės rutulį dėl to, kad jos daug kartų atsispindi nuo jonosferos ir nuo Žemės paviršiaus. Taigi banga gali net du kartus apeiti aplink Žemę. Tai buvo pastebėta tiriant radijo aidų reiškinį.

Didelis trumpųjų bangų privalumas yra tas, kad jas mažiau veikia atmosferiniai ir pramoniniai trukdžiai, kuriuos sukelia elektrinis transportas, elektrinis suvirinimas ir t.t. Juo trumpesnė banga, juo mažiau jaučiami tokie trukdžiai.

Ultratrumpųjų bangų (UTB) diapazonas dar skirstomas:

- 1) metrinės bangos (10÷1) m, arba (30÷300) MHz (VHF);
- 2) decimetrinės bangos (100÷10) cm, arba (300÷3000) MHz (UHF);
- 3) centimetrinės bangos (10÷1) cm, arba (3÷30) GHz (SHF);
- 4) milimetrinės bangos (10÷1) mm, arba (30÷300) GHz (EHF);
- 5) decimilimetrinės bangos (10÷1) dmm, arba (300÷3000) Ghz (HHF).

Pastabos:

1. skliaustuose yra nurodytas sutrumpintas (anglų kalba) diapazono pavadinimas, vartojamas JAV;

2. UTB metrinės bangos JAV dar yra skirstomos į:

Low band - 30÷88 MHz, FM band - 88÷108 MHz ir

High band - 108÷300 MHz.

Ultratrumposios bangos dažniausiai nuo jonosferos neatsispindi, o prasiskverbia kiaurai pro ją ir nueina į tarpplanetinę erdvę. Buvo pastebėti atvejai, kai jos atsispindėdavo nuo Mėnulio. Praktiškai patikimam ryšiui galima naudoti tik paviršines bangas. Tačiau jas smarkiai slopina aplinkiniai daiktai ir jos beveik visiškai nedifraguoja. Todėl svarbu, kad tarp siunčiamos ir priimamos antenų tiesia kryptimi nebūtų kliūčių. Perdavimui į dešimčių kilometrų atstumą, kai jau pasireiškia Žemės rutulio kreivumas, antenos pakeliamos į didesnę aukštį. Kai antenos yra neaukštos, galima palaikyti ryšį

tik nedideliais atstumais, lygiais maždaug keliems kilometrams (tiesioginio matomumo nuotoliu). Tiesioginio matomumo nuotolį, esant normaliai refrakcijai, galima apskaičiuoti:

$$R = k\left(\sqrt{H_s} + \sqrt{H_p}\right),$$

čia R - tiesioginio matomumo nuotolis, išreikštas kilometrais,

k - koeficientas, UTB diapazone, esant normaliai refrakcijai, $k=4,12$;

H_s - perduodamosios (siunčiamosios) radijo stoties antenos aukštis, išreikštas metrais;

H_p - priimamosios radijo stoties antenos aukštis, išreikštas metrais.

Kaip matyti iš formulės, ryšio nuotolį UTB diapazone galima padidinti naudojant aukštesnes antenas.

Televizijos laidas UTB diapazone, kai antenos yra pakeltos į didelį aukštį, galima priimti iki 100 km atstumu, o kartais ir toliau. Tačiau įvairūs vietos daiktai (pastatai, miškai ir t.t.) yra rimtos ryšio kliūtys.

Vadinasi, ultratrumposios bangos (UTB) dažniausiai naudojamos ryšiu, apimančiam nedidelį atstumą. Jų gera ypatybė yra ta, kad joms palyginti silpnai pasireiškia fedingas ir jų sklidimas mažai priklauso nuo paros ir metų laiko. Taip yra todėl, kad jonosfera neveikia UTB sklidimo. Trumpesnių negu 10 m bangų gera savybė yra ir ta, kad jos beveik visai ne-trukdomos.

Praktiškai ryšį UTB diapazone galima palaikyti atstumais, kurie yra šiek tiek didesni už tiesioginio matomumo nuotolį. Tai atsitinka bangų, aplenkančių Žemės rutulio kreivumą, dėka, iš dalies dėl difrakcijos, o svarbiausia dėl lūžimo troposferoje. Bangos lūžta (refraguoja) todėl, kad įvairių sluoksnių oro tankis, temperatūra ir vandens garų kiekis yra skirtingi, vadinasi, keičiasi ir jo dielektrinis skvarbumas. Dėl nuolatinio oro kitimo arti Žemės paviršiaus UTB lūžimas visą laiką keičiasi ir ryšys pasidaro nepakankamai pastovus. Svarbiausias UTB ryšio privalumas - *priėmimo stabilumas*, gaunamas dažniausiai tada, kai ryšys palaikomas tik tiesioginio matomumo nuotoliu.

UTB diapazone pastebėta daug atvejų, kai buvo priimti ultratrumpųjų bangų siūstuvų, esančių už šimtų ir tūkstančių kilometrų, signalai. Toks priėmimas paprastai būna labai nereguliarus ir lydymas stipraus fedingo. Yra kelios labai tolimo UTB sklidimo priežastys. Visų pirma didžiausio Saulės aktyvumo metais dieną nuo jonosferos kartais atsispindi bangos, kurių ilgis prasideda nuo 6-7 m. Be to, pastebimas net trumpųjų bangų (iki 3 m) atspindys nuo atsirandančių neilgam laikui (sporadinių) stipriai jonizuotų jonosferos sričių - elektronų debesų. Temperatūros ir drėgmės kiekio troposferoje kitimas kai kuriais atvejais sustiprina ultratrumpųjų bangų atmo-

feroje refrakciją. Todėl šios bangos gali skliti daug kartų atsispindėdamos nuo kurio nors troposferos sluoksnio ir nuo Žemės. Pagaliau pastebimas išsklaidytas UTB atspindys nuo atmosferos, kuri įvairiame troposferos aukštyje yra nevienoda.

Reikia atkreipti dėmesį į tai, kad atmosfera smarkiai slopina centimetrines bangas. Pvz., trumpesnės negu 5 cm bangas slopina įvairūs lašų pavidalo atmosferos dariniai - lietūs, rūkos, sniegas. 1,3 cm bangą slopina vandens garai.

Nepaisant to, ultratrumposios decimetrinės bangos plačiai naudojamos mobiliam radijo ryšiui, o centimetrinės ir trumpesnės bangos – palydoviniam (kosminiam) ryšiui, palydovinėje TV.

Taigi radijo ryšio nuotolis ir stabilumas priklauso nuo vietovės savybių, atmosferos sąlygų, metų ir paros laiko, taip pat nuo radijo stočių duomenų.

2.3. VIETOVĖS ĮTAKA UTB SKLIDIMUI

Kaip buvo minėta, metrinės, decimetrinės ir centimetrinės bangos normaliomis sąlygomis neatsispindi nuo jonosferos ir dėl difrakcijos tik šiek tiek užlinksta už horizonto, todėl teigiama, kad jos sklinda tiesioginio matomumo ribose. Bet oro sąlygos stipriai veikia UT bangų sklidimą.

Vėjas, oro temperatūra ir vandens kiekis atmosferoje gali sudaryti įvairius derinius. Tam tikri deriniai gali sudaryti sąlygas, kuriomis radijo signalas bus girdimas šimtais kilometrų toliau nei normalus ryšio nuotolis. Ir atvirkščiai, kai kurie šių faktorių deriniai susilpnins signalą ir jis nebus girdimas netgi normaliais nuotoliais.

Nėra paprastų ir patikimų taisyklių, pagal kurias galima būtų numatyti oro sąlygų įtaką, nes oro sąlygas sudaro daugybė faktorių ir, be to, jie nuolat keičiasi. Trumpai apžvelgsime kai kurių atmosferinių derinių bei vietovės įtaką ryšio nuotoliui UTB diapazone.

SLOPINIMAS KRITULIUOSE

Atmosferoje visada yra vandens kuriuo nors pavidalu (drėgmė, krituliai) ir, prognozuojant oro įtaką bangų sklidimui, reikia visada į tai atsižvelgti. Pastebėta, kad kritulių (lietaus, rūko, sniego) slopinimo efektas yra proporcingas radijo bangos dažniui.

Lietus. Lietus labiau slopina radijo bangas nei kiti krituliai. Lietaus lašas, būdamas blogas dielektrikas, sugeria radijo bangos energiją. Dažniais,

didesniais nei 100 MHz, lietaus lašai sukelia slopinimą labiau dėl bangos energijos išsklaidymo nei sugėrimo. Dažniais, didesniais nei 6 GHz, slopinimas dėl sklaidos lietaus lašuose yra dar didesnis.

Rūkas yra viena iš lietaus rūšių. Kadangi rūkas “kabo” atmosferoje, slopinimo dydis priklauso nuo vandens kiekio tūrio vienete ir nuo lašelių dydžio. Bangoms iki 2 GHz rūkas nelabai svarbus, tačiau per 2 GHz rūkas dėl sugėrimo gali labai slopinti bangas.

Kruša ir sniegas slopina radijo bangas mažiau nei lietus.

TEMPERATŪROS INVERSIJA

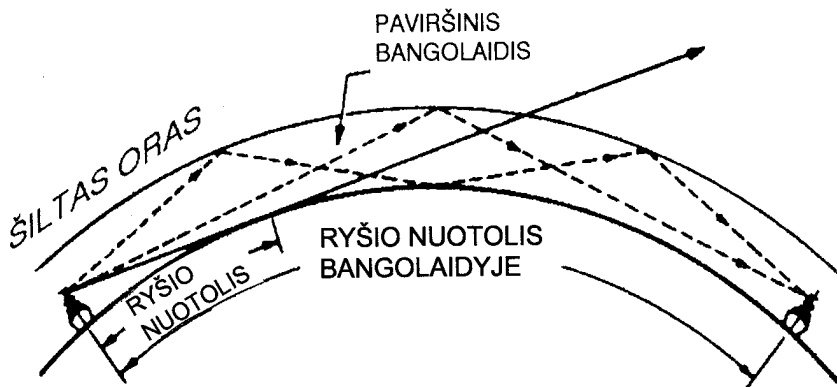
Temperatūros kitimas taip pat gali daryti įtaką bangų sklidimui.

Kartais troposferoje susidaro neįprasta situacija, kai virš šalto oro sluoksnių susiformuoja šilto oro sluoksniai. Šios sąlygos žinomos kaip temperatūros inversija. Temperatūros inversija sukuria vėsaus oro kanalus (troposferinius bangolaidžius) tarp žemės ir šilto oro sluoksnio arba tarp šilto oro sluoksnių.

Jeigu radijo banga patenka į šį bangolaidį labai žemu spinduliavimo kampū, AD ir LAD bangos gali sklisti toliau nei tiesioginio matomumo nuotolis. Bangų sklidimas bangolaidyje pavaizduotas 2.5 pav.

TROPOSFERINĖ SKLAIDA

Dėl drėgmės ir Žemės paviršiaus šildymo netolygumų ir kitimų, oras troposferoje nuolat juda. Šis judėjimas sukelia sūkurius (panašiai kaip lėktuvas paskui save palieka oro sūkurius). Šie sūkuriai stipriausiai netoli Žemės paviršiaus ir pamažu mažėja didėjant aukščiui. Jie turi taip pat refrakcinių savybių, dėl kurių mažų ilgių radijo bangos lūžta arba išsklaidomos.



2.5 pav. Troposferinis bangolaidis

Kai radijo banga, sklindanti troposfera, sutinka sūkurių, ji išskaidoma. Galutinis signalas priėmimo vietoje yra visų signalų energijos, atspindėtos nuo kiekvieno sūkurių, suma.

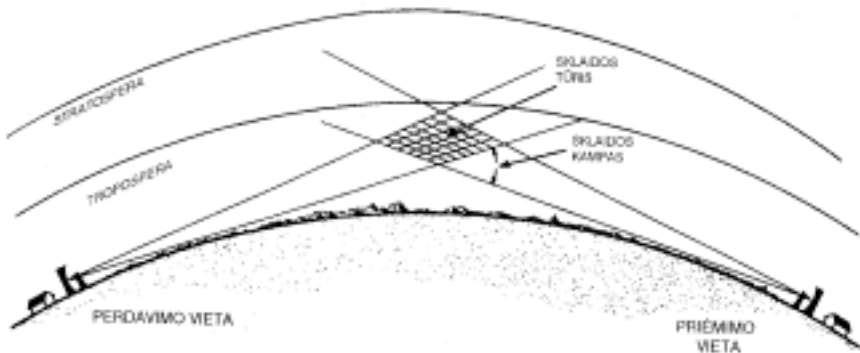
Priimto signalo stiprumas priklauso nuo sūkurių, sukeliančių sklaidą reikiama kryptimi, kiekio ir nuo priėmimo antenos kryptingumo.

Dėl troposferinės sklaidos įmanomas AD ir LAD signalų sklidimas daug toliau nei tiesioginio matomumo nuotolis. Troposferinė sklaida naudojama troposferiniam ryšiui organizuoti, kurio atstumas įmanomas 100-1000 km. Troposferinė sklaida pavaizduota 2.6 pav.

BANGŲ SKLIDIMO TRASOS PAVIRŠIAUS ĮTAKA

Paviršinėms bangoms UTB diapazone labai didelę įtaką daro dirvožemio savybės, taip pat reljefas ir trasoje esanti augmenija.

Pagrindiniai dirvožemio parametrai yra dielektrinė skvarba ir elektrinis laidumas. Jie daugiausia ir nulemia signalo slopinimą trasoje. Šie parametrai svyruoja plačiose ribose - nuo dielektriko (ledas, sausas smėlis) iki gero laidininko (jūros vanduo, drėgnas dirvožemis). Juo mažesnė dielektrinė skvarba ir žemės elektrinis laidumas, juo didesni yra bangos energetiniai nuostoliai.



2.6 pav. Troposferinė sklaida

Sklindant bangai žemės paviršiumi, pagrindinę įtaką jai daro tik plonas dirvos sluoksnis, bet jos parametrai trasoje gali daug kartų pasikeisti. Todėl kiekviena ruožo įtaka yra skirtinga. Nustatyta, kad didžiausią įtaką turi paskutiniai trasos ruožai.

2.2 lentelėje parodyta radijo stoties R-105, dirbančios su 2.7 m kaištine antena lygioje ir vidutinio raižytumo vietovėje, ryšio nuotolio priklausomybė nuo žemės paviršiaus savybių.

2.2 lentelė

Žemės paviršiaus savybės	Radijo stoties R-105 ryšio nuotolis, km
Jūros paviršius	27-35
Lygi vietovė su drėgnu dirvožemiu	18-20
Ežerų ir upių paviršius (gėlas vanduo)	16-18
Vidutinio raižytumo vietovė, kai radijo stotis stovi atviroje vietoje	11-12
Išalęs gruntas su 0.5 m sniegu	9-10
Vešlus vientisas miškas	6.5-7
Užšalęs ežerų ir upių paviršius, kai radijo stotis stovi ant ledo	4-5

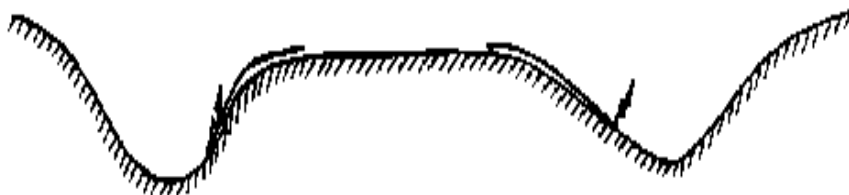
Atsižvelgiant į galutinių trasos ruožų poveikį EM lauko formavimui, kad gautume maksimalų ryšio nuotolį, reikia radijo stotis išdėstyti lygioje vietovėje arba ant kalvų. Stipriai keičiantis dirvos parametrams radijo bangų sklidimo trasoje, radijo stotis reikia išdėstyti vietose su geresniais parametrais, t.y. ant drėgnesnio dirvožemio. Jeigu ryšys palaikomas per užšalusius gėlo vandens telkinius, radijo stotis reikia išdėstyti ant kranto, o ne ant ledo. Reikia atsiminti, kad dirvožemio plotas, kuris turi įtakos radijo bangų sklidimui, nedidelis ir sudaro keletą dešimčių metrų.

Daubos, grioviai. Kad užtikrintume maksimalų ryšio nuotolį dirbdami iš griovių (daubų ir pan.), reikia radijo stotis išdėstyti ant priešingo nuo korespondento griovio šlaito ir pagal galimybes arčiau jo krašto (2.7 pav.).

Jeigu iš griovių dirbama ilgai, tai kad užtikrintume reikiamą ryšio nuotolį, rekomenduojama naudotis bėgančiosios bangos antena (2.8 pav.).



2.7 pav. Radijo stočių išdėstymas griovyje, dirbant su kaištine antena



2.8 pav. Radijo stočių išdėstymas griovyje,
dirbant su bėgančiosios bangos antena

Miškinga vietovė. Miškai, esantys radijo bangų sklaidimo trasoje, papildomai sugeria ir išsklaido bangas, taip pat suteikia EM laukui interferencinį charakterį. Lapuočiai medžiai sugeria jas labiau nei spygliuočiai medžiai. Todėl, pasirenkant radijo stoties išdėstymo vietą priešais mišką, reikia žinoti, kad atstumas tarp vietos su geru ir su blogu girdimumu sudaro keletą dešimčių metrų. Bet ši įtaka bus neryški, jeigu atstumas iki miško bus daugiau kaip 500 m.

Radijo stočių išdėstymas tankiame miške, kai atstumas tarp medžių ne daugiau kaip 2 m, užtikrina patikimesnį ryšį negu retame miške arba laukymėse. Bet jeigu miško laukymėje vieta bus pasirinkta teisingai, tai ryšio nuotolis gali būti toks pat, kaip ir atviroje vietovėje.

Dirbant su kaištine antena, nerekomenduojama išdėstyti radijo stotį tiesiog prie medžių kamienų (ypač lyjant) su vešliu ir žemu lapų vainiku. Tai ekranuoja radijo stotį ir sumažina ryšio nuotolį.

Dirbant drėgname miške, ryšio nuotolis sumažėja 2-2,5 karto, lyginant su ryšio nuotoliu sausame miške.

Gyvenvietės. Rekomenduojama miestuose ir gyvenvietėse radijo stotis išdėstyti aikštelėse, parkuose, atvirose vietose, kuo toliau (pagal galimybes) nuo pastatų, elektros perdavimo laidų, metalinių statinių ir pan., kad nuo radijo stoties į korespondento pusę būtų kuo daugiau laisvos erdvės. Jeigu tokios galimybės nėra, tada rekomenduojama radijo stotis išdėstyti viršutiniuose namų aukštuose (bet ne po pačiu geležiniu (skardiniu) stogu), arčiau langų ar durų, nukreiptų į korespondento pusę, taip pat ant aukštų namų stogų.

Nerekomenduojama radijo stotis išdėstyti siaurose gatvėse, skersgatviuose arba kiemuose, apsuptuose aukštų pastatų.

Jei radijo stoties darbo vieta šalia metalinio (gelžbetoninio) pastato ar aukštos metalinės tvoros, anteną reikia išskleisti šalia jų, kad atspindėta banga sklistų norima ryšio kryptimi. Dirbant dažnių diapazone nuo 30 iki 50 MHz tarpas tarp metalinio ekrano ir antenos turi būti apie 2 metrus; nuo 50 iki 88 MHz tarpas turi būti ne daugiau kaip 1 metras.

Kalvos, kalnai, esantys tarp radijo stočių, paprastai taip pat riboja ryšio nuotolį. Radijo stotį išskleisti reikia kuo toliau nuo kliūčių, esančių ryšio kryptimi, kuo aukščiau ant šlaito (esančio į korespondentą ar į priešingą pusę nei priešas). Reikia vengti uolos, papėdės, gilaus tarpeklio ar slėnio, stengtis, kad tarp antenų būtų tiesioginis matomumas.

2.4. SIGNALAI, NAUDOJAMI RADIJO RYŠIUOSE, JŲ SPEKTRAI

Kaip buvo pažymėta anksčiau, informacija pagal fizinę prigimtį gali būti elektrinė ir neelektrinė.

Radijo stotys, kaip ir laidinės ryšio priemonės, apsieičia tik elektrine (pagal prigimtį) informacija. Todėl tam, kad vyktų neelektrinė informacijos kaita (pvz., radijo ryšiu) tarp informacijos šaltinio ir gavėjo, būtina neelektrinę informaciją pakeisti elektrine, naudojant atitinkamus informacijos keitiklius. Keitikliai gali būti įvairūs, pvz., garso-mikrofonas (keičia garso pokyčius), optiniai (keičia šviesos pokyčius) ir kt.

Elektrinė informacija, kaip žinoma, gali būti analoginė arba diskretinė (skaitmeninė). Tam, kad informaciją galima būtų perduoti, reikalingi informacijos nešikliai. Nešiklių parametruose slypi perduodama informacija.

Naudojamas vieno arba kelių nešiklio parametrų keitimas pagal perduodamą informaciją.

Nešikliai gali būti įvairūs, pavyzdžiui, nuolatinė srovė ar įtampa, jų svyravimai (virpesiai), impulsai.

Nešiklis (U_n), kurio parametrai yra a_1, a_2, \dots, a_n gali būti išreikštas formule:

$$U_n = f(a_1, a_2, \dots, a_n, t).$$

Perduodant informaciją, nešiklio parametrai (a_n) kinta. Jeigu parametrų kintamąją dedamąją pažymėti $\Delta a_i(t)$, tai informacija pakeistą nešiklį užrašome:

$$U_n = f[a_1, a_2, \dots, a_i + \Delta a_i(t), \dots, a_n, t].$$

Kintamoji dedamoji $\Delta a_i(t)$ turi perduodamą informaciją.

Paprastiausiu atveju kintamoji dedamoji Δa_i su perduodama informacija (informacine funkcija x) susijusi pirmo laipsnio (tiesine) priklausomybe:

$$\Delta a_i = kx,$$

čia k - proporcingumo koeficientas.

Nešiklius galima (2.9 pav.) suskirstyti į tris tipus:

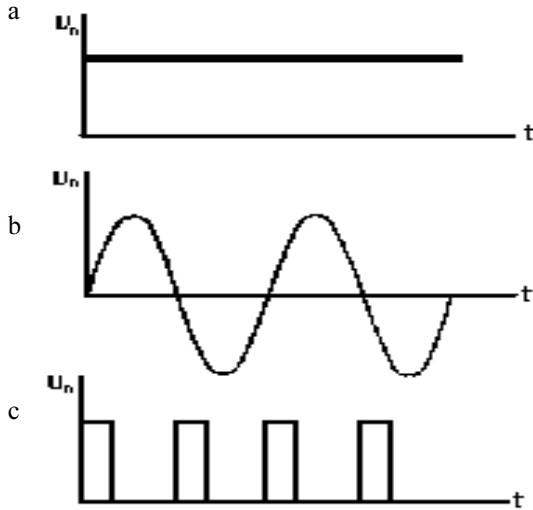
pirmojo tipo nešikliai (2.9 a pav.) - nuolatinės įtampos (srovės), kurie turi tik vieną informacinį parametą. Pvz., informacija perduodama keičiant nuolatinės srovės reikšmę;

antrojo tipo (2.9 b pav.) nešikliai - svyravimai (virpesiai), pvz., kintamoji įtampa (srovė). Šiuo atveju nešiklis turi 3 informacinius parametrus: amplitudę, dažnį ir fazę. Atitinkamai informacijai perduoti galima naudoti amplitudės, dažnio ir fazės pokyčius;

trečiojo tipo nešikliai - impulsų seka, kuri gali turėti tokius informacinius parametrus: amplitudę, dažnį, fazę, impulsų arba pauzių trukmę, impulsų skaičių, impulsų bei pauzių kombinacijas. Informacijai perduoti atitinkamai galima naudoti impulsų amplitudės, dažnio, fazės, trukmės, skaičiaus kitimą arba kodą.

Pirmojo ir antrojo tipo nešikliai naudojami analoginei informacijai perduoti, o trečiojo - diskretinei. Galimas atvejis, kai informacijai perduoti naudojama dviejų nešiklių kombinacija, tai gerina informacijos kaitos uždarumą.

Nešiklių parametų perduodamos informacijos atitikimas realizuojamas keitikliuose. Keitikliai gali būti įvairūs, pvz., mikrofonas. Jo grandinės srovės amplitudė kinta priklausomai nuo garso bangų poveikio mikrofono membranai - pirmojo tipo nešiklis. Jeigu po to, perduodant informaciją naudoti trečiojo tipo nešikli (impulsų seką), tai prieš tai analoginę informaciją (pvz., srovės amplitudės pokyčius) reikia pakeisti diskretine, t.y. atlikti diskretizavimą (kitimą laiko atžvilgiu). Panašiu būdu yra perduodama informacija diskretiniuose (skaitmeniniuose) radijo ryšiuose.



2.9 pav. Informacijos nešiklių tipai:
a - nuolatinė įtampa; b - svyravimai; c - impulsų seka

Nagrinėjant informacijos nešiklius, pastebima, kad dalis parametru gali būti determinuoti, t.y. iš anksto žinomi, o dalis - atsitiktiniai. Gana dažnai reikia nagrinėti determinuotus nešiklių parametrus (charakteristikas), tuomet pats nešiklis (signalas) sąlyginai laikomas determinuotu. Pavyzdžiui, jei informacijos nešiklis 3-iojo tipo (stačiakampiai impulsai), kurių forma, amplitudė, trukmė žinomos, o nežinomas impulsų atėjimo momentas, tuomet impulsą galima sąlyginai traktuoti kaip *determinuotą* nešiklį (signalą).

Determinuoti nešikliai (signalai) gali būti *periodiniai* ir *neperiodiniai*.

Periodiniais vadinami signalai $S(t)$, kurie atitinka sąlygą:

$$S(t) = S(t + kT), \quad (2.1)$$

čia T - signalo periodas;

k - sveikas skaičius.

Matematikoje nagrinėjami signalai laiko atžvilgiu tęsiasi iki begalybės. Realiai tokių signalų nėra. Technikoje kartais periodiniais vadina signalus, kurių trukmė daug kartų viršija periodo trukmę.

Signalai, neatitinkantys pateiktos sąlygos (2.1), vadinami neperiodiniais. Neperiodiniai signalai laiko atžvilgiu riboti, jais gali būti impulsai, jų sekos, harmonikų virpesių atkarpos ir pan.

Atsitiktinio nešiklio (signalo) parametrai yra atsitiktinės laiko funkcijos, kurių neįmanoma determinuoti kiekvienu laiko momentu. Geriausiai atveju galima rasti jų tikimybinį pasiskirstymą. Signalai, kurių tik keletas parametru yra atsitiktiniai, vadinami *kvazideterminuotais*.

Signalus, naudojamus radijo ryšiuose, apibūdiname kaip laiko ir dažnio funkcijas.

Signalas, kaip laiko funkcija, pateikiamas matematine išraiška, iš kurios galime rasti signalo parametrus bet kuriuo laiko momentu (amplitudę, fazę ir kt.) Kaip pavyzdį pateiksime monochromatinį virpesį $u(t)$:

$$u(t) = u_m \cos\left(\frac{2\pi}{T} t - \varphi\right) = u_m \cos(\omega t - \varphi), \quad (2.2)$$

čia u_m - virpesio $u(t)$ amplitudė,

$$\frac{2\pi}{T} = \omega \text{ - virpesio } u(t) \text{ kampinis dažnis,}$$

φ - virpesių $u(t)$ fazė.

Iš formulės (2.2) galima nustatyti signalo $u(t)$ parametrus bet kuriuo laiko t momentu.

Technikoje, o ypač radijo ir laidiniuose ryšiuose, labai svarbu žinoti signalo dažnines charakteristikas. Dažninė signalų analizė teikia tokius svarbius signalų parametrus, kaip užimamą dažnių juostą (spektro plotį), signalų harmonikų išdėstymą dažnių ašyje, jų energiją ir pan.

Dažniniai signalų parametrai naudojami projektuojant radijo stotis, ryšių kanalus ir kt. Pvz., perduodamo signalo spektro plotis turi būti mažesnis už ryšio kanalo praleidžiamų dažnių juostą. Jeigu ši sąlyga nebus įvykdyta, signalas bus iškraipytas, jo perdavimo greitis sumažės.

Dažninėms charakteristikoms vaizduoti naudojamos signalų spektrinės funkcijos - Furjė transformacijos: Furjė eilutės - periodiniams signalams, Furjė integralai - neperiodiniams ir atsitiktiniams signalams.

Periodinį signalą galima pateikti viena iš Furjė eilutės išraiškų:

$$u(t) = a_0 + \sum_{k=1}^{\infty} a_k \cos k\omega_1 t + \sum_{k=1}^{\infty} b_k \sin k\omega_1 t, \quad (2.3)$$

$$u(t) = c_0 + \sum_{k=1}^{\infty} c_k \sin(k\omega_1 t + \psi_k), \quad (2.4)$$

$$u(t) = d_0 + \sum_{k=1}^{\infty} d_k \cos(k\omega_1 t + \varphi_k) \quad (2.5)$$

čia a_0, c_0, d_0 - nuolatinės dedamosios;
 a_k, b_k, c_k, d_k - harmonikų amplitudės;
 $k\omega_1$ - k -osios harmonikos kampinis dažnis;

$$a_0 = c_0 = d_0; \quad a_k = c_k \sin \psi_k = d_k \cos \varphi_k;$$

$$b_k = -d_k \sin \varphi_k = c_k \cos \psi_k; \quad d_k = c_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2};$$

$$\operatorname{tg} \varphi_k = -\frac{b_k}{a_k}; \quad \operatorname{tg} \psi_k = \frac{a_k}{b_k}; \quad \psi_k - \varphi_k = 90^\circ.$$

Nuolatinė dedamoji išreiškiama:

$$a_0 = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} u(t) d\omega_1 t, \quad (2.6)$$

o harmonikų amplitudės

$$a_k = \frac{2}{T} \int_0^T u(t) \cos k\omega_1 t dt = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} u(t) \cos k\omega_1 t d\omega_1 t, \quad (2.7)$$

$$b_k = \frac{2}{T} \int_0^T u(t) \sin k\omega_1 t dt = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} u(t) \sin k\omega_1 t d\omega_1 t. \quad (2.8)$$

Pasinaudojus Oilerio formulėmis ir įrašius jas į 2.3, periodinį signalą išreiškiame kompleksine forma:

$$u(t) = a_0 + \sum_{k=1}^{\infty} \left(\frac{a_k - jb_k}{2} e^{jk\omega_1 t} + \frac{a_k + jb_k}{2} e^{-jk\omega_1 t} \right) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \dot{D}_k e^{j\omega_k t}, \quad (2.9)$$

čia \dot{D}_k - kompleksinė amplitudė, $\dot{D}_k = D_k e^{j\varphi_k} = \frac{a_k - jb_k}{2}$;

D_k - kompleksinės amplitudės modulis, $D_k = \frac{\sqrt{a_k^2 + b_k^2}}{2}$;

φ_k - pradinė fazė;

$\omega_k = k\omega_1$.

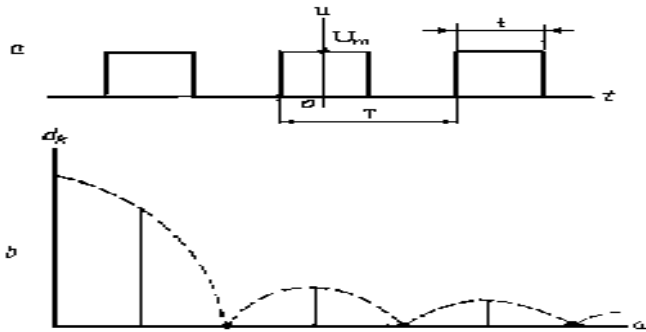
Kompleksinės amplitudės gali būti išreikštos:

$$\dot{D}_k = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} u(t) [\cos k\omega_1 t - j \sin k\omega_1 t] dt = \frac{\omega_1}{2\pi} \int_{-T/2}^{T/2} u(t) e^{-jk\omega_1 t} dt \quad (2.10)$$

Kai $k=0$, gauname nuolatinę dedamąją:

$$D_0 = a_0 = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} u(t) dt = \frac{\omega_1}{2\pi} \int_{-T/2}^{T/2} u(t) dt .$$

Pasinaudodami pateiktomis formulėmis, surasime vieno iš periodinių signalų stačiakampių impulsų sekos spektrą (2.10 pav.)



2.10 pav. Stačiakampių impulsų seka (a), jos spektras (b), $\tau=T/2$

Stačiakampių impulsų (2.10 a pav.) spektras randamas šitaip:
Iš 2.6 randame nuolatinę dedamąją:

$$a_0 = \frac{1}{T} \int_{-\tau/2}^{\tau/2} u_m dt = u_m \frac{\tau}{T}, \quad (2.11)$$

čia T - stačiakampių impulsų periodas;

u_m - impulsų amplitudė;

τ - impulso trukmė.

Harmonikos amplitudes randame, pasinaudoję 2.7 ir 2.8:

$$a_k = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} u_m \cos k\omega_1 t dt = \frac{4u_m}{Tk\omega_1} \sin k \frac{\omega_1 \tau}{2}, \quad b_k=0.$$

Gautas išraiškas įrašę į 2.3 arba 2.5, stačiakampį impulsą išskaidome į harmonines dedamąsias:

$$u(t) = u_m \left[\frac{\tau}{T} + \frac{4}{T} \left(\frac{1}{\omega_1} \sin \frac{\omega_1 \tau}{2} \cos \omega_1 t + \frac{1}{2\omega_1} \sin \frac{2\omega_1 \tau}{2} \cos 2\omega_1 t + \frac{1}{3\omega_1} \sin \frac{3\omega_1 \tau}{2} \cos 3\omega_1 t + \dots \right) \right]. \quad (2.12)$$

Įvedus žymėjimą $x = \frac{k\omega_1 \tau}{2}$ ir pertvarkius (2.12), gauname:

$$u(t) = u_m \frac{\tau}{T} \left(1 + 2 \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\sin x}{x} \cos \frac{2}{\tau} x \right). \quad (2.13)$$

Iš 2.12 ir 2.13, matome, kad periodinių signalų spektras (2.10 b pav.) vaizduojamas diskretinėmis funkcijomis $d_k=f(\omega)$, atstumai tarp gretimų

spekto linijų yra vienodi ir lygūs $\omega_1 = \frac{2\pi}{T}$. Toks spektras kartais vadinamas linijiniu. Spekto linijų gaubtinė yra funkcija $[\sin x/x]$. 2.10 b pav. pateiktas stačiakampių impulsų spektras, kai $\tau = T/2$.

Periodinių signalų spekto plotis priklauso nuo signalo formos. Paprastą spektrą turi harmoninis signalas (2.1) - viena spektrinė linija. Stačiakampių impulsų spektras teoriškai begalinis. Kadangi visų kanalų praleidžiamųjų dažnių juosta apibrėžta, tai stačiakampiai impulsai visada iškraipomi.

Realiose ryšių sistemose dažnai apsiribojama 3-ąja arba 5-ąja harmonika. Tuomet reikalinga dažnių juosta $\Delta F=3F_p$, arba $\Delta F=5F_p$, čia F_p - impulsų pasikartojimo dažnis.

Tuomet, kai impulsų trukmė skirtinga, skaičiuojant spekto plotį, imamas trumpiausias impulsas arba pauzė τ . Dydis, atvirkštinis impulso trukmei, vadinamas informacijos siuntimo greičiu (sparta) v :

$$v=1/\tau. \quad (2.14)$$

Jis matuojamas bodais (vienas bodas yra lygus vienam impulsui per sekundę - $1Bd=1/s$).

Perduodant impulsus (2.10 a pav.) jų trukmė ir pauzės yra lygios: $\tau_i = \tau_p$, o siuntimo greitis:

$$v = \frac{1}{\tau} = \frac{2}{T} = 2F_p.$$

Tarkime, $v=50$ Bd, tuomet pirmosios harmonikos dažnis 25 Hz. Ap-siribojus 5-ąja harmonika, gausime reikiamą dažnių juostą $\Delta F=125$ Hz, 3-ąja - $\Delta F=75$ Hz. Pastaroji dažnių juosta paprastai naudojama ir skiriama teletaipui, dirbančiam 50 Bd greičiu.

Trumpai apžvelgsime *neperiodinių signalų spektrus*. Juos galima rasti iš 2.9, laikant, kad $T \rightarrow$ (pvz., imamas vienas impulsas). Intervalą tarp dviejų dažnių, lygų pirmai harmonikai ω_1 , pažymėkime $\Delta\omega$. Tada k -osios harmonikos kompleksinė amplitudė.

$$\dot{D}_k = D_k e^{j\varphi_k} = \frac{\Delta\omega}{2\pi} \int_{-T/2}^{T/2} u(t) e^{-j\omega_k t} dt.$$

Kai $T \rightarrow$, $\Delta\omega \rightarrow d\omega$, $\omega_k \rightarrow \omega$, nes intervalas tarp gretimų spektro harmonikų artėja prie 0, o diskretinis spektras, kurio dažniai ω_1 , $\omega_2=2\omega_1$, $\omega_3=3\omega_1$ ir t.t., pasidaro tolydinis, turintis visus dažnius ω .

Kiekvienos harmoninės dedamosios kompleksinė amplitudė pasi-daro be galo maža.

Pažymėkime šią amplitudę

$$\dot{D}(\omega)d\omega = D(\omega)e^{j\varphi(\omega)}d\omega, \quad (2.15)$$

čia $\dot{D}(\omega)d\omega = \lim_{T \rightarrow \infty} \dot{D}_k = \frac{d\omega}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} u(t) e^{-j\omega t} dt$

ir $\dot{D}(\omega) = D(\omega)e^{j\varphi(\omega)} = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} u(t) e^{-j\omega t} dt.$ (2.16)

Iš pastarųjų formulijų matyti, jog neperiodinis signalas gali būti at-vaizduotas be galo dideliu skaičiumi harmoninių dedamųjų, kurių ampli-tudės $D(\omega)d\omega$ yra be galo mažos, o pradinės fazės yra $\varphi(\omega)$.

Vadinasi, *neperiodinių signalų spektras dažnių ašyje yra tolydinis* (nuo 0 iki be galo aukšto dažnio). Visų harmoninių dedamųjų amplitudės, išsky-rus tam tikrus atvejus, be galo mažos. Įvairių neperiodinių signalų spektrai

yra apibūdinami kompleksiniu dydžiu $\dot{D}(\omega)$. Šis dydis vadinamas *spektrine funkcija*, arba *spektriniu tankiu*.

Pakeitus spektrinio tankio mastelį 2π kartų, spektrinį tankį $\dot{S}(\omega)$ išreiškiame:

$$\dot{S}(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} u(t) e^{-j\omega t} dt \quad (2.17)$$

Gauta 2.17 formulė susieja neperiodinę funkciją su jos spektriniu tankiu ir vadinama tiesiogine Furjė transformacija (Furjė integralu).

Jeigu žinomas spektrinis tankis $\dot{D}(\omega)$ arba $\dot{S}(\omega)$, galima rasti ir patį signalą $u(t)$, naudojant atvirkštinę Furjė transformaciją:

$$u(t) = \int_{-\infty}^{\infty} D(\omega) e^{j\omega t} d\omega = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} S(\omega) e^{j\omega t} d\omega \quad (2.18)$$

Išnagrinėsime kai kurių *neperiodinių signalų*, naudojamų radijo ryšiuose, spektrus (stačiakampio, kosinusoidės atkarpos).

Stačiakampio impulso (2.11 a pav.) spektrą galime rasti pasinaudoję 2.17:

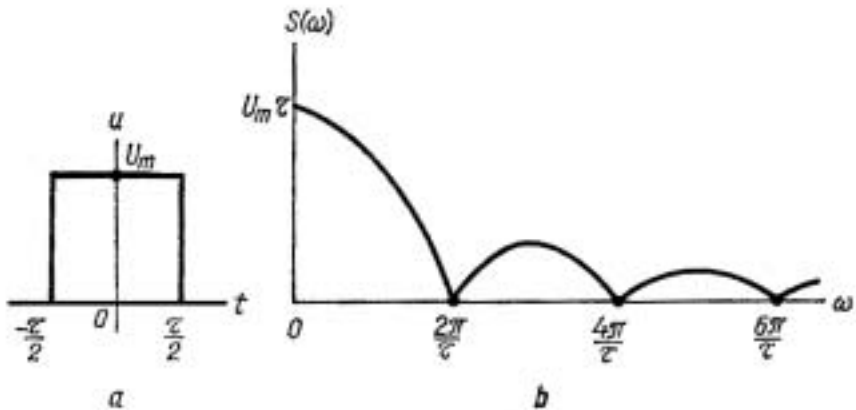
$$\dot{S}(\omega) = \int_{-\tau/2}^{\tau/2} u_m e^{-j\omega t} dt = \frac{2u_m}{\omega} \sin \omega \frac{\tau}{2}, \quad (2.19)$$

čia τ - impulso trukmė;

u_m - impulso amplitudė.

Spektro $\dot{S}(\omega)$ (2.11 b pav.) modulis

$$S(\omega) = \frac{2u_m}{\omega} \left| \sin \omega \frac{\tau}{2} \right|. \quad (2.20)$$



2.11 pav. Stačiakampio impulso spektras

Spekto plotis paprastai skaičiuojamas nuo $\omega=0$ iki pirmo kreivės $S(\omega)$ nulio, kai $\omega=2\pi/\tau$. Spekto plotis praktiškai naudojamas praleidžiamų dažnių juostai ΔF skaičiuoti. Pateiktam (2.11 b pav.) spektre:

$$\Delta F=1/\tau. \quad (2.21)$$

Iš 2.21 formulės matyti, jog juo trumpesnis impulsas, juo platesnės dažnių juostos reikia jam persiųsti.

Kosinusoidės atkarpos impulsas (2.12 a pav.), kaip laiko funkcija, užrašomas $u=u_m \cos \omega_1 t$ ir egzistuoja intervale $\tau = nT$, čia $T = \frac{2\pi}{\omega_1}$.

Šio impulso spektras (2.12 b pav.) išreiškiamas:

$$\dot{S}(\omega) = \frac{2u_m \omega}{\omega^2 - \omega_1^2} (-1)^n \sin \frac{n\pi \omega}{\omega_1}, \quad (2.22)$$

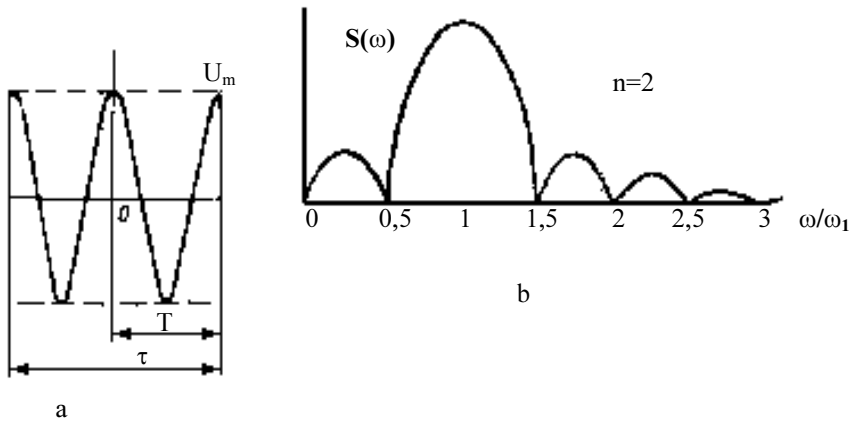
o spektro modulis

$$S(\omega) = 2u_m \frac{\omega}{|\omega^2 - \omega_1^2|} \left| \sin \frac{n\pi \omega}{\omega_1} \right|,$$

čia supaprastinome, turėdami omenyje, kad

$$\cos \omega_1 \frac{\tau}{2} = \cos \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{nT}{2} = \cos n\pi = (-1)^n,$$

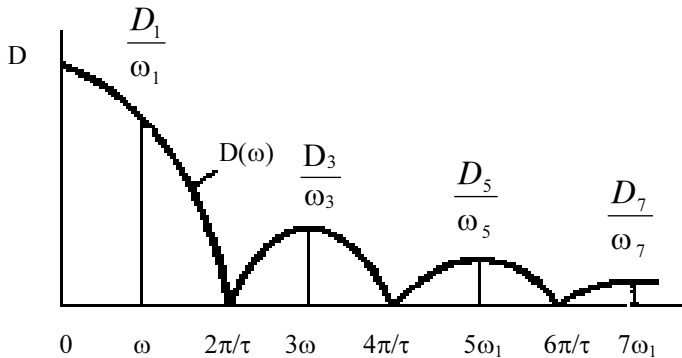
$$\sin \omega_1 \frac{\tau}{2} = \sin n\pi = 0.$$



2.12 pav. a - kosinusoidės atkarpos impulsas;
b - šio impulso spektras

Kaip yra išdėstyta ir iš 2.11 b, 2.12 b pav. matome, kad neperiodinių signalų spektrai yra tolydiniai, užimantys visą dažnių ašį.

Stačiakampių periodinio (2.10 a pav.) ir neperiodinio (2.11 a pav.) impulsų spektrus galima palyginti, pasinaudojus 2.13 pav.



2.13 pav. Periodinių ir neperiodinių signalų palyginimas

Matome, kad periodinio signalo diskretinis spektras įeina į neperiodinio signalo spektrinio tankio kreivę. Jeigu periodinių impulsų pasikartojimo dažnis mažėja, periodas T didėja, diskretinis spektras darosi vis tankes-

nis, nes $\omega_1 = 2\pi/T$ mažėja ir atstumas tarp gretimų linijų mažėja. Kai $T \rightarrow \infty$, diskretinis spektras virsta ištisiniu, tolydiniu.

Neperiodinio signalo spektro plotis praktiškai laikomas lygiu $1/\tau$. Periodiniams stačiakampiems impulsams, kurių $T = 2\tau$, persiūsti, apsiribojant 5-ąja harmonika, reikia dažnių juostos, lygios $5\omega_1$, o apsiribojant 3-ąja harmonika - $3\omega_1$. Tai daugiau už spektrinio tankio tarp nulių plotį $\Delta F = 1/\tau$.

Žinant neperiodinio signalo $u(t)$ spektro modulį $S(\omega)$, galima surasti signalo energiją W_n , išskiriamą vieno omo varžoje:

$$W_n = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} |S(\omega)|^2 d\omega = \int_{-\infty}^{\infty} u^2(t) dt. \quad (2.23)$$

Pateikta 2.23 matematinė išraiška, vadinama Parsevalio lygtimi, turi didelę reikšmę ryšio technikoje, nes suteikiama galimybė skaičiuoti signalų energiją.

Teoriškai periodiniu vadinamas signalas, kuriamas be galo ilgą laiką dirbančio generatoriaus. Praktiškai generatorius dirba apibrėžtą laiko tarpą,

tarkime, nuo t_0 iki $t \neq \infty$. Tokio signalo spektrinis tankis $\dot{S}_t(\omega)$ vadinamas *nestacionariu*, arba *dinaminiu*,

$$\dot{S}_t(\omega) = \int_{t_0}^t u(t) e^{-j\omega t} dt. \quad (2.24)$$

Išnagrinėsime stačiakampių impulsų dinaminį spektrą. Jei τ ilgio impulsas atsiranda ne momentu - $\tau/2$, o nT intervalu. vėliau, tai jo spektrinis tankis

$$\dot{S}_t(\omega) = \int_{nT - \tau/2}^{nT + \tau/2} u_m e^{-j\omega t} dt = \frac{2u_m}{\omega} e^{-j\omega nT} \sin \frac{\omega\tau}{2}. \quad (2.25)$$

Modulis $S(\omega)$ liko toks pat (2.20), pakito tik fazių spektras.

Iš kelių stačiakampių impulsų susidarancio signalo spektrinį tankį galima rasti, sudėjus signalą sudarančių impulsų spektrus. Pvz., trijų stačiakampių impulsų, išdėstytų intervalu 2τ ($n = -1, 0, +1$), dinaminis spektras yra apibrėžiamas šitaip:

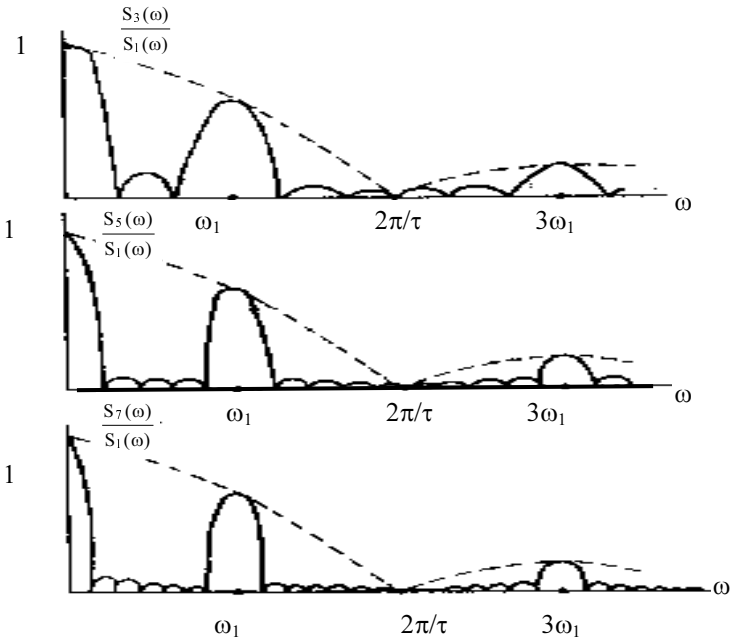
$$\dot{S}_3(\omega) = \frac{2u_m}{\omega} \sin \omega \frac{\tau}{2} (e^{j2\omega\tau} + 1 + e^{-j2\omega\tau}) = \frac{2u_m}{\omega} \sin \omega \frac{\tau}{2} (1 + 2 \cos 2\omega\tau)$$

Padidinus impulsų skaičių iki 5 ($n=-2, -1, 0, +1, +2$), spektrą galima išreikšti:

$$S_5(\omega) = \frac{2u_m}{\omega} \sin \omega \frac{\tau}{2} (1 + 2 \cos 2\omega\tau + 2 \cos 4\omega\tau).$$

Stačiakampių (3, 5, 7) impulsų dinaminis spektras pateiktas 2.14 pav.

Iš 2.14 pav. matyti, kad didinant impulsų skaičių n , vis smalesnės tampa pusbangių viršūnės, kai $\omega=0, \omega_1, 3\omega_1$ ir t.t. Kai $n \rightarrow \infty$, tolydinis spektras tampa diskretiniu.



2.14 pav. Nestacionarinis (dinaminis) spektras

Pateikti stačiakampiai impulsai 2.10 a, 2.11 a pav. naudojami radijo stočių siųstuvouose ir imtuvuose diskretinės informacijos kaitai.

Iš jų spektrų (2.10 b, 2.11 b pav.) matome, kad jų nuolatinė dėda moji išsidėsto nuliniame dažnyje ($\omega=0$). Tokius signalus technikoje priimta vadinti videosignalais, arba signalais su nuline dažnio nešančiąja. Aišku, informaciją perduoti videosignalais praktiškai neįmanoma. Tam reikalinga nešiklių (signalų) spektrus perkelti į atitinkamai aukštesnius dažnio diapazonus (pvz., TB, UTB).

Spektrinė signalų analizė leidžia:

1. įvertinti signalo ir jo dedamųjų išdėstymą dažnių ašyje bei jų energiją;
2. nustatyti signalo spektro plotį, t.y. derinti imtuvo praleidžiamų dažnių juostą;
3. pagal spektrą rasti signalą (atvirkštinė Furjė transformacija);
4. žinant signalą galima rasti jo suminę energiją (Parselio lygtis);
5. nustatyti signalų perdavimo greitį (rasti ryšio kanalo informacijos perdavimo greitį).

2.5. SIGNALŲ MODULIAVIMAS

Radijo ryšių tikslas - informacijos kaita tarp korespondentų. Korespondentas - asmuo, perduodantis (priimantis) informaciją.

Keičiantis informacija radijo stotims būtina naudoti virpesius, kuriuos efektyviai spinduliuoja antenos, gerai sklinda erdvėje EMB. Tokie virpesiai yra aukštojo dažnio (AD) virpesiai. Perduodama informacija turi būti susijusi su AD virpesiais, ryšio technikoje vadinamais nešančiais virpesiais. Nešančiųjų AD virpesių dažnis ω_0 parenkamas priklausomai nuo ryšio nuotolio, EMB sklidimo sąlygų, trukdžių ir kt.

Bet kuriuo atveju nešančiųjų virpesių dažnis turi būti didelis, palyginus su aukščiausio informacijos nešiklio, kuriuo perduodama informacija spektro dažniu.

Jeigu nešančiųjų virpesių ir informacijos nešiklio dažnių santykis bus nedidelis (informacijai perduoti bus naudojami palyginti žemi dažniai), tai radijo stoties siųstuvo bei imtuvo grandyse bus perduodamos informacijos iškraipymų. Be šių informacijos iškraipymų, dar derėtų atsižvelgti į iškraipymus, atsirandančius EMB sklindant erdvėje. Būtina, kad informacijos nešiklio spektro plotis būtų mažas palyginus su nešančiuoju dažniu, nes juo mažesnė dažnių juosta, kuria perduodama informacija, juo mažesnė informacijos iškraipymo tikimybė. Kaip žinoma, signalų spektro plotis lemia informacijos perdavimo spartą, todėl juo didesnė reikiama sparta, juo didesnis turi būti nešančiųjų virpesių dažnis.

Kaip pavyzdį pateiksime diskretinį informacijos perdavimą impulsais, kurių trukmė viena mikrosekundė (spektro plotis vienas MHz). Esant nešančiajam dažniui $\omega_0 = 100$ MHz, informacija užima vieną procentą dažnių juostos. Antru atveju ($\omega_0 = 1$ GHz) informacijos spektras užima 0.1 procento, t.y. informacijos iškraipymai ir trukdžių veikimas bus mažesni.

Nešantįjį virpesį $a(t)$ bendru pavidalu galime pateikti:

$$a(t) = A(t) \cos[\omega_0 t + \theta(t)] = A(t) \cos \Psi(t), \quad (2.26)$$

čia A , θ - nešančiojo virpesio amplitudė ir fazė;

ω_0 - nešantysis kampinis dažnis;

$$\Psi(t) = \omega_0 t + \theta(t).$$

Jeigu A ir θ nesikeičia, tai 2.26 išreiškia paprastą harmoninį virpesį, kuriame nėra informacijos.

Jeigu A ir θ (o kartu ir Ψ) kinta atitinkamai perduodamai informacijai, tai virpesys $a(t)$ tampa moduliuoju.

Nešančiojo virpesio parametrų kitimas, atitinkamai perduodamai informacijai, vadinamas moduliavimu.

Priklausomai nuo to, kokie nešančiojo virpesio parametrai moduliavimo procese kinta, gali būti: amplitudės moduliavimas (AM), dažnio moduliavimas (DM), fazės moduliavimas (FM).

Perduodant diskretinę (skaitmeninę) informaciją moduluojančiais signalais (kuriais yra keičiami nešančiųjų virpesių parametrai) yra impulsų seka, t.y. trečiojo tipo nešikliai (2.9 pav.). Šiuo atveju turime impulsų moduliavimą (IM). IM gali būti įvairūs: paprastas IM, impulsų amplitudės moduliavimas (IAM), impulsų dažnio moduliavimas (IDM) ir kt.

Moduliuotų impulsų spektrai priklauso nuo informacijos nešiklių spektro ir moduliavimo tipo.

Kaip žinoma, moduluojančio virpesio spektro plotis yra mažas, palyginus su nešančiojo virpesio dažniu ω_0 . Todėl galima funkcijas $A(t)$ ir $\theta(t)$ (2.26) laikyti lėtai kintančiomis funkcijomis. Tai reiškia, kad santykinis $A(t)$ ir $\theta(t)$ kitimas per vieną nešančiojo virpesio (ω_0) periodą yra mažas lyginant su vienetu, t.y. vieno nešančiojo dažnio ω_0 periodo laikotarpiui jo parametrai (A , θ) beveik nesikeičia; - ω_0 yra sinusinis virpesys. Šis teiginys naudojamas nagrinėjant moduliuotų virpesių spektrus ir jų savybes.

Toliau trumpai susipažinsime su labiausiai radijo ryšiuose paplitusiais moduliavimo būdais: amplitudės, dažnio, fazės, impulsų amplitudės, impulsų fazės.

1. **Amplitudės moduliavimo** (AM) procese nešančiojo dažnio ω_0 amplitudė keičiama atitinkamai perduodamai informacijai.

Sakykime, turime aukštojo dažnio (AD) virpesį

$$U = U_m \cos \omega_0 t.$$

Moduluojantis signalas $f(t)$ yra nešiklis 2-ojo tipo, keičia AD virpesių amplitudę U_m .

Moduliuoto virpesio amplitudė bus $U_m + \Delta U f(t)$, čia ΔU priklauso nuo perduodamos informacijos.

Moduliuotos amplitudės virpesį galima užrašyti:

$$u_{AM} = U_m [1 + \Delta U / U_m \cdot f(t)] \cos \omega_0 t, \quad (2.27)$$

santykis $\Delta U / U_m = m$ vadinamas moduliavimo koeficientu, arba moduliavimo gylio koeficientu, jo kitimas priklauso nuo perduodamos informacijos kitimo.

Tam, kad informacija būtų perduota be iškraipymų, būtina, kad $m \leq 1$. Jeigu $m = 1$, moduliavimas vadinamas šimtaprocentiniu.

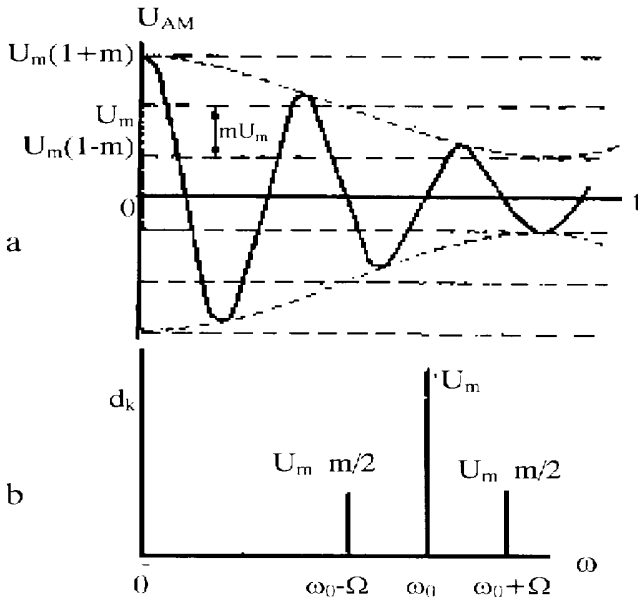
Moduliuotų virpesių $u(t)$ amplitudė kinta nuo $U_m(1+m)$ iki $U_m(1-m)$.

Jei moduliuojantysis virpesys (informacijos nešiklis) kinta kosinusiniu dėsnio $f(t) = \cos \Omega t$, tai moduluotas virpesys išreiškiamas:

$$u_{AM} = U_m (1 + m \cos \Omega t) \cos \omega_0 t = U_m \cos \omega_0 t + U_m m / 2 \cos (\omega_0 - \Omega) t + U_m m / 2 \cos (\omega_0 + \Omega) t. \quad (2.28)$$

Taigi moduluotos amplitudės virpesio (2.15 pav. a) spektras turi 3 dažnines dedamąsias (2.15 pav. b), pagrindinę ir dvi išorines.

Spektro (2.15 pav. b), plotis bus lygus 2Ω , t.y. dvigubam nešiklio dažniui.



2.15 pav. Moduluotos amplitudės virpesys (a) ir jo spektras (b)

Realiai moduluojantis virpesys (pvz. garsas) bus laiko ir dažnio funkcija $f(t, \omega)$, skirtinga nuo nagrinėtos, o tuo pačiu keisis ir moduluoto virpesio spektras - šoninės spektro dedamosios bus ne po vieną, o keletas, priklausomai nuo $f(t, \omega)$, spektro, užimančio dvi dažnių juostas.

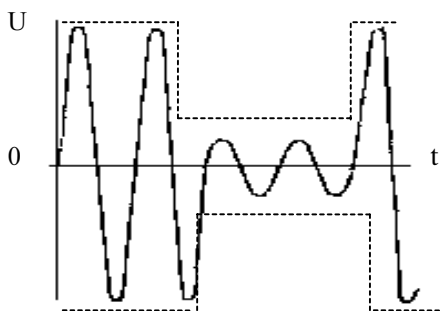
Šias dažnių juostas priimta vadinti viršutine šalutine juosta (VŠJ) ir apatine šalutine (AŠJ). Abi VŠJ ir AŠJ išdėstytos simetriškai nuo pagrindinės spektro dedamosios. Tai reiškia, kad perduodant informaciją ji yra kartojama.

Todėl yra galimybė, naudojant režekcinį juostinį filtrą, išskirti vieną iš šalutinių dažnio juostų.

Taigi būtų galima: pirma, susiaurinti perduodamų virpesių dažnių juostą (beveik du kartus), o tai reiškia, kad galima siaurinti praleidžiamų dažnių juostą imtuve - mažiau trukdžių patenka į imtuvą iš erdvės, gerinamos priėmimo sąlygos; antra, daugiau stočių gali dirbti tame pačiame dažnių diapazone, netrukdydamos viena kitai; trečia, galima didinti spinduliuojamų virpesių galingumą, naudojant tą patį siųstuvą.

Praktiškai plačiai yra naudojamas vienajuostis radijo ryšys. Šiuo atveju spinduliuojami tik vienos šalutinės juostos dažniai (pvz., VŠJ), režektuojant pagrindinį dažnį ir kitą šalutinę dažnių juostą (pvz., AŠJ). Imtuve pagrindinis nešantysis dažnis atkuriamas specialiu generatoriumi. Toks radijo ryšys vadinamas vienajuosčiu. Jo privalumai tokie pat, kaip išvardyti aukščiau.

Pažymėsime vieną iš AM būdų, kai moduluojantys virpesiai yra stačiakampiai impulsai, vadinamąją amplitudinę manipuliaciją (2.16 pav.).

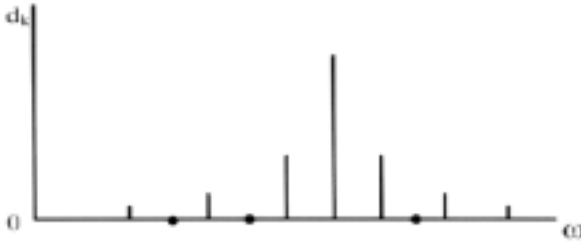


2.16 pav. Manipuliuotos amplitudės signalas

Bendru atveju

$$U_{max} = U_m(1+m), \quad U_{min} = U_m(1-m).$$

Jei moduliuojančio signalo spektras žinomas (šiuo atveju $\sin x/x$ tipo) nesunku rasti moduluoto virpesio spektrą: moduliuojančio (nešiklio) signalo spektrą reikia perstumti dažnių ašyje nešančiojo dažnio ω_0 dydžiu, o kitą pusę veidrodžiškai atvaizduoti nešančiojo dažnio ω_0 spektrinės linijos atžvilgiu (2.17 pav.).



2.17 pav. Manipuliuotos amplitudės signalo spektras

2. Dažnio moduliavimo (DM) procese nešančiojo virpesio dažnis ω kinta atitinkamai perduodamai informacijai:

$$\omega = \omega_0 + \Delta\omega f(t), \quad (2.29)$$

čia $\Delta\omega$ - dažnio deviacija, t.y. dydis, kuriuo matuojamas moduliavimo gylis.

Kadangi moduluoto virpesio dažnis kinta, tai fazė

$$\varphi = \int_0^t \omega dt = \omega_0 t + \Delta\omega \int_0^t f(t) dt .$$

Tuomet moduluoto dažnio virpesys užrašomas šitaip:

$$u_{DM} = U_m \cos\left[\omega_0 t + \Delta\omega \int_0^t f(t) dt\right] . \quad (2.30)$$

Jeigu moduliuojantis virpesys (nešiklis) yra

$$f(t) = \cos \Omega t,$$

čia Ω - nešiklio dažnis,

tai šiuo atveju nešančiojo virpesio dažnis ir pats virpesys u_{DM} užrašomas:

$$\omega = \omega_0 + \Delta\omega \cos\Omega t$$

$$u_{DM} = U_m \cos(\omega_0 t + \Delta\omega/\Omega \sin\Omega t) = U_m [\cos\omega_0 t * \cos(\beta \sin\Omega t) - \sin\omega_0 t * \sin(\beta \sin\Omega t)],$$

čia pažymėjome $\Delta\omega/\Omega = \beta$ - moduliacijos indeksą.

Moduliuoto dažnio virpesys ir jo spektras pavaizduotas 2.18 paveiksle.

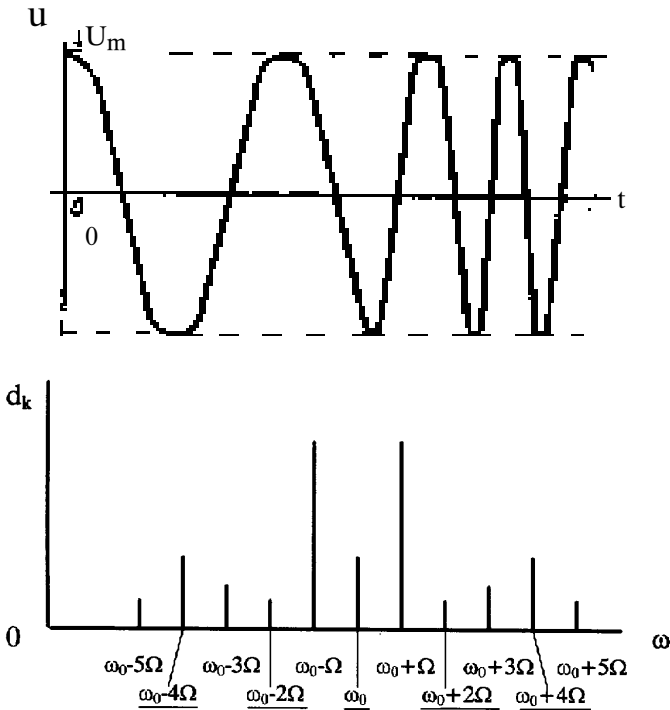
Iš 2.18, 2.20 pav. matome, kad moduliuoto dažnio virpesio spektras yra simetriškas, bet platesnis už AM virpesio spektrą, esant analogiškam nešikliui.

Jei moduliuojantis signalas - stačiakampiai impulsai, turime vadinamąjį dažnio manipuliavimą.

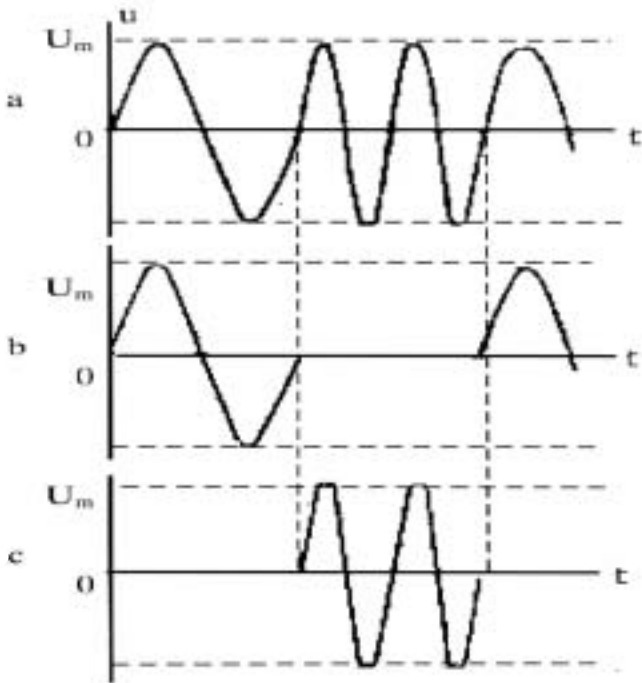
Manipuliuoto dažnio (ω_1 ir ω_2) virpesį galima atvaizduoti kaip du manipuliuotos amplitudės virpesius u_1 ir u_2 (2.19 pav.).

Tokio virpesio spektras randamas kaip jo dedamųjų spektrų suma (2.20 pav.).

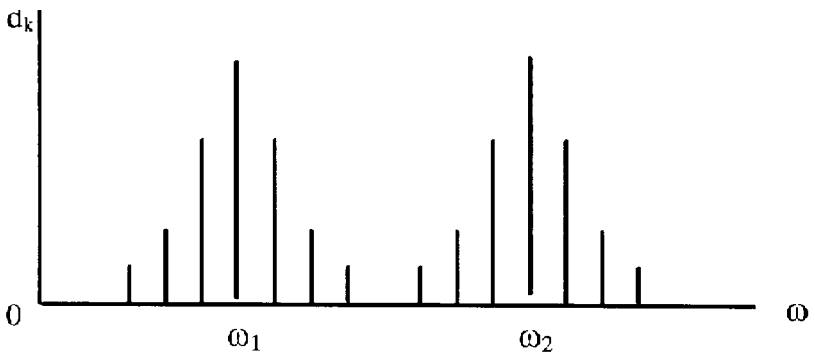
Iš 2.18 pav., 2.20 pav. matome, kad DM virpesių spektras yra simetriškas ir platesnis negu AM virpesių. Naudojant DM, kaip ir AM, taip pat yra galimybė naudoti vienjuostį spinduliavimą.



2.18 pav. a - moduliuoto dažnio signalas, b - šio signalo spektras



2.19 pav. Dažninė manipuliacija: a - manipuliuoto dažnio virpesys; b ir c - skirtingų dažnių manipuliuotos amplitudės virpesiai



2.20 pav. Manipuliuoto dažnio signalo spektras

3. *Fazės moduliavimo* (FM) procese nešančiojo virpesio ω_0 fazė φ kinta atitinkamai perduodamai informacijai:

$$\varphi = \varphi_0 + \Delta\varphi f(t), \quad (2.31)$$

čia $\Delta\varphi$ - moduliacijos indeksas; dydis, apibūdinantis moduliavimo gylį.

Moduluotos fazės virpesį galima pateikti:

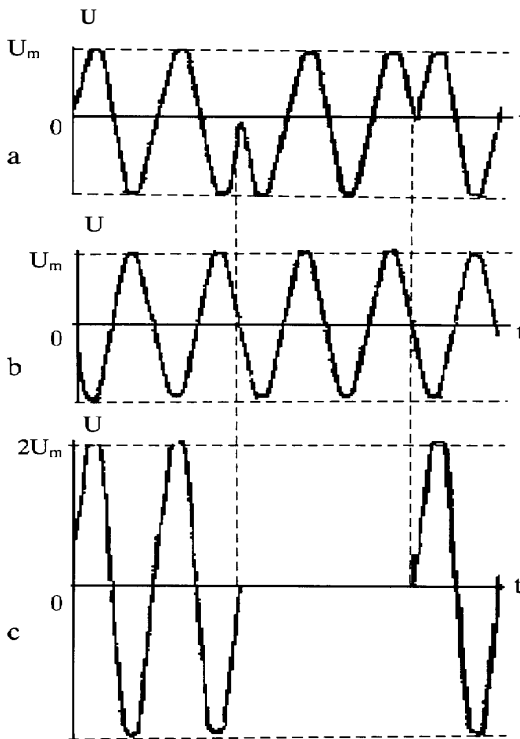
$$u_{FM} = U_m \cos[\omega_c t + \Delta\varphi f(t) + \varphi_0], \quad (2.32)$$

čia φ_0 - pradinė nešančiojo virpesio fazė.

Iš fazės moduliavimo būdų radijo ryšiuose labiausiai paplitęs yra fazės moduliavimas stačiakampiais impulsais (nešikliais), vadinamas fazine manipuliacija (2.21 a pav.).

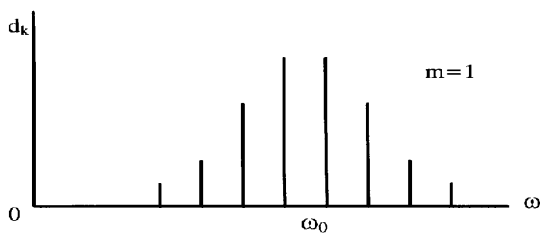
Fazinės manipuliacijos (2.21 pav.) virpesiai sudaromi sudedant du virpesius: nmoduluotus (2.31 b pav.) ir priešingos fazės dvigubos manipuluotos amplitudės (2.21 c pav.) virpesius.

Virpesio (2.21 a pav.) spektras pateiktas 2.22 pav., jį galima rasti kaip dviejų dedamųjų virpesių (2.21 b, c pav.) spektrų sumą.



2.21 pav. Fazinė manipuliacija:

a - manipuluotos fazės virpesys; b - nmoduluotas virpesys;
 c - priešingos fazės dvigubos manipuluotos amplitudės virpesys



2.22 pav. Manipuliuotos fazės signalo spektras

4. **Impulsų moduliavimo** (IM) procese kinta impulsų parametrai (amplitudė, fazė, dažnis, trukmė ir kt.).

Periodinių nmoduliuotų stačiakampių impulsų seka išreiškiama:

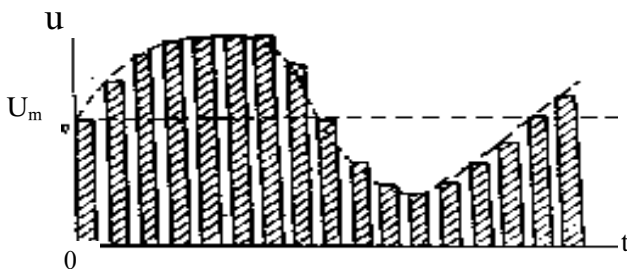
$$u = U_m \tau / T [1 + \sum_{k=1}^{\infty} a_k \cos k\omega_0 t],$$

čia U_m - impulsų amplitudė;

τ - impulsų trukmė, T - periodas, ω_0 - impulsų pasikartojimo dažnis, a_k - k -oji dedamoji, išreiškiama: $a_k = 2(\sin k\omega_0 \tau / 2) / (k\omega_0 \tau / 2)$.

Kaip pavyzdį, pateiksime impulsų amplitudės moduliavimą (IAM). Tarkime, impulsų amplitudė moduluojama sinusiniu dėsniu, (2.23 pav.) tuomet moduluota amplitudė išreiškiama:

$$U_m(1 + m \sin \Omega t).$$



2.23 pav. Moduluotos amplitudės impulsai

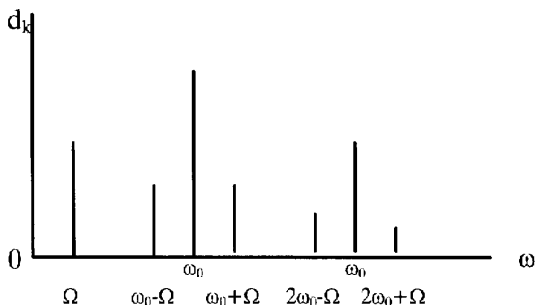
Moduliuotų impulsų seką (2.23 pav.) galima užrašyti:

$$u_{IAM} = U_m \tau / T [1 + m \sin \Omega t + \sum_{k=1}^{\infty} a_k \cos k\omega_0 t + \sum_{k=1}^{\infty} m/2 a_k \sin(k\omega_0 - \Omega)t + \sum_{k=1}^{\infty} m/2 a_k \sin(k\omega_0 + \Omega)t],$$

čia m - moduliavimo koeficientas,

Ω - moduliuojančio virpesio (nešiklio) dažnis.

IAM sekos spektrą (2.24 pav.) sudaro dedamųjų dažnių juostų grupės, kurių gaubtinė $\sin x/x$ tipo. Praktiškai tokiems impulsams siųsti reikia tokios pat dažnių juostos kaip ir nmoduliuotiems signalams, jei $k\omega_0 \gg \Omega$.



2.24 pav. Moduliuotos impulsų spektras

Moduliuoti dažnio, fazės ir trukmės impulsų spektrai yra panašūs į moduliutos amplitudės impulsų spektrą.

Palyginsime pateiktus moduliavimo tipus naudodami juos radijo ryšiuose.

Amplitudės moduliavimas (lyginant su DM):

blogai išnaudojamas AD virpesių galingumas, dėl ko mažėja radijo ryšio nuotolis;

imtuve sunkiai šalinami trukdžiai, ypač atmosferiniai ir pramoniniai (trukdžiai sukuria imtuve papildomą virpesių moduliavimą, girdėti šnypštimas, traškėjimai);

mažas priėmimo stabilumas dėl EMB sklidimo slopinimo, difrakcijos ir interferencijos;

reikalingas didelio galingumo moduliatorius;

radijo stotys techniškai paprastos.

Dažnio (fazės) moduliavimas (lyginant su AM):

radijo stotys techniškai sudėtingos:

DM ir FM radijo stotys gerai dirba tik aukštais (keli šimtai MHz) dažniais, naudojant plačiąjuostį moduliavimą;

mažesnis negu AM trukdžių veikimas;

geriau išnaudojamas siųstuvo galingumas, didėja ryšio nuotolis;

naudojamas mažo galingumo moduliatorius.

AM ir DM (FM) plačiai naudojama radijo ryšiuose analoginės informacijos kaitai.

Impulsų moduliavimas naudojamas diskretinės informacijos kaitai.
Palyginus nagrinėtų moduliavimo tipų spektrus, galime pažymėti,
kad:

moduliuotų virpesių spektro plotis priklauso nuo moduliuojamo
signalo (nešiklio) spektro;

siauriausias dažnių juostas užima AM virpesių spektras;

DM, FM ir IM virpesių dažnių juostos siauriamos naudojant
režekcinį filtravimą, t.y. vienajuostį (AŠJ arba VŠJ) perdavimą ir priėmimą.

2.6. BENDROJI RADIJO STOTIES SCHEMA

Radio stoties sandara gali būti įvairi ir priklauso nuo reikalavimų,
kuriuos turi atitikti radio stotis, bei pasirinktų elementų techninio lygio.

Reikalavimai, kuriuos turi atitikti radio stotis, yra nurodomi prieš
pradedant projektuoti radio stotį. Tokiais reikalavimais gali būti: dažnių
diapazonas ir darbo dažnių skaičius, jų stabilumas, antenos, siųstuvo bei
imtuvo duomenys, užtikrinantys reikalingą radio ryšio nuotolį, mobilumas,
maitinimo šaltiniai, gabaritai, masė, ekonomiškumas, patikimumas ir kt.

Projektuojant radio stotį parenkamos sudėtinės dalys - elementai
taip, kad jie optimaliai užtikrintų reikalavimų radio stočiai vykdymą. Šiuo-
laikinėse radio stotyse naudojami aukšto integravimo lygio elementai (di-
delės integrinės mikroschemos, moduliai ir kt.). Naudojant šiuolaikinius
elementus, mažėja radio stočių gabaritai, masė, didėja jų patikimumas, o tai
ypač svarbu kariniuose ryšiuose.

Nepriklausomai nuo naudojamų elementų radio stotyje galima
išskirti: siųstuvą, imtuvą, anteną su fideriais ir bendruosius blokus.

Radio stoties siųstuvas (toliau - siųstuvas), atlieka tokias funkcijas:

informacijos keitimą žemojo dažnio (ŽD) virpesiais arba impulsų
seka ir jų stiprinimą;

aukštojo dažnio (AD) virpesių moduliavimą (amplitudinį, dažninį,
fazinį ir kt.)

darbo dažnių skaičiaus ir diapazono formavimą;

virpesių stiprinimą ir jų perdavimą į anteną.

Pagrindiniai reikalavimai siųstuvui:

ŽD ir AD signalų galingumo ir dažnio stabilumas,

šalutinių spinduliavimų slopinimas;

reikiamas virpesių galingumas nustatytame dažnių diapazone.

Pagrindinės antenos ir fiderių funkcijos: AD virpesių keitimas elektromagnetinėmis bangomis (EMB) ir jų spinduliavimas (perdavimo režimu); EMB priėmimas ir jų keitimas AD virpesiais (priėmimo režimu) bei jų perdavimas į imtuvą.

Suprantama, jeigu naudojamos dvi antenos, tai išvardytos funkcijos paskirstomos tarp abiejų antenų (viena perdavimo režimu, antra - priėmimo).

Pagrindiniai reikalavimai antenai ir fideriams: optimalus AD virpesių perdavimas nuo siųstuvo iki antenos ir nuo antenos iki imtuvo, EMB spinduliavimas ir priėmimas nurodytame erdvės kampe, darbo patikimumas, maži gabaritai, masė, patvarumas.

Radijo stotyje gali būti viena arba keletas **antenų**, paprastai naudojamos dvi antenos: viena - spinduliavimui, antra - priėmimui, nors galimi variantai, kai naudojamos sudėtingos antenų sistemos. Jeigu radijo stotis palaiko ryšį simpleksu (kas būdinga radijo stotims eksploatuojamoms kariuomenėje), tai naudojama viena antena.

Palaikant ryšį dupleksu, naudojamos dvi antenos. Antenų sistemos (daugiau kaip dvi) naudojamos sudėtingose radijo ryšių sistemose.

Radijo stoties imtuve (toliau - imtuvas) atliekamos tokios funkcijos: naudingų signalų (reikiamos radijo stoties) selekcija (išskyrimas); AD ir ŽD virpesių stiprinimas iki reikiamo galingumo; trukdžių slopinimas priėmimo trakte; priimtų virpesių keitimas informacija (demoduliavimas) ir jos perdavimas galutinei aparatūrai.

Pagrindiniai reikalavimai imtuvams: didelis jautrumas (galimybė išskirti informaciją iš labai silpnų virpesių), trukdžių slopinimas, nustatytas virpesių stiprinimas, reikiamas dinaminis diapazonas (savybė priimti tiek silpnus, tiek ir stiprius virpesius).

Radijo imtuvai gali būti dviejų tipų:

tiesioginio stiprinimo imtuvai - juose dažnis keičiamas vieną kartą (AD virpesiai tiesiog keičiami į ŽD virpesius);

superheterodininiai - juose priimti AD virpesiai keičiami ne mažiau kaip du kartus ir stiprinami trimis dažniais: priimto signalo dažnio (AD), tarpinio dažnio (TD) ir po detektavimo - garsinio dažnio (ŽD).

Tiesioginio stiprinimo imtuvai yra daug paprastesni, palyginus su superheterodininais. Tačiau jie turi daug rimtų trūkumų selektyvumo, jautrumo atžvilgiu ir kt.

Superheterodininiai imtuvai geresni tuo, kad yra labai jautrūs, nes turi daug stiprinimo laipsnių (stiprinamas pakankamai žemas tarpinis

dažnis; yra labai selektyvūs, nes turi daug rezonansinių kontūrų; visame diapazone turi pastovesnę jautrumą ir selektyvumą; galima panaudoti automatinį garso reguliavimą ir kt.

Tokių imtuvų trūkumai: stipresni savieji ūžesiai (triukšmai), veidrodiniai trukdžiai, schemos sudėtingumas.

Bendroji radijo stoties schema pateikta 2.25 pav.

Pateiksime radijo stoties sandarą, elementų sąveiką perduodant ir priimant informaciją (perdavimo ir priėmimo režimais).

Siųstuvo sudėtis: modulatorius (MOD), valdomas generatorius (G), dažnio automatinio derinimo (DAD) schema, žadintuvas, amplitudės automatinio derinimo (AAD) schema ir galingumo stiprintuvas.

Imtuvo sudėtis: aukštojo dažnio stiprintuvai (ADS) su filtrais, maišikliai 1 ir 2, tarpinių dažnių stiprintuvai (TDS 1 ir 2), ribotuvas, demodulatorius (DEMOD), žemojo dažnio stiprintuvas (ŽDS), trukdžių slopinimo schema bei triukšmo slopintuvas.

Antena ir fiderius sudaro pati antena, antenos filtrai bei fideriai nuo siųstuvo iki antenos ir nuo antenos iki imtuvo.

Bendrieji radijo stoties blokai: dažnių sintetizatorius, valdymo ir atminties bei maitinimo blokai.

Radijo stotis pradeda *funkcionuoti* įjungus maitinimo bloką ir perdavus reikiamą maitinimo įtampą radijo stoties elementams. Suprantama, prieš įjungiant maitinimo bloką radijo stotis turi būti paruošta darbui (išskleista, prijungtas įžeminimas, sureguliuoti darbo režimai ir dažniai).

Maitinimo įtampos įjungimas ir darbo režimai bei dažniai sureguliuojami iš valdymo ir atminties bloko.

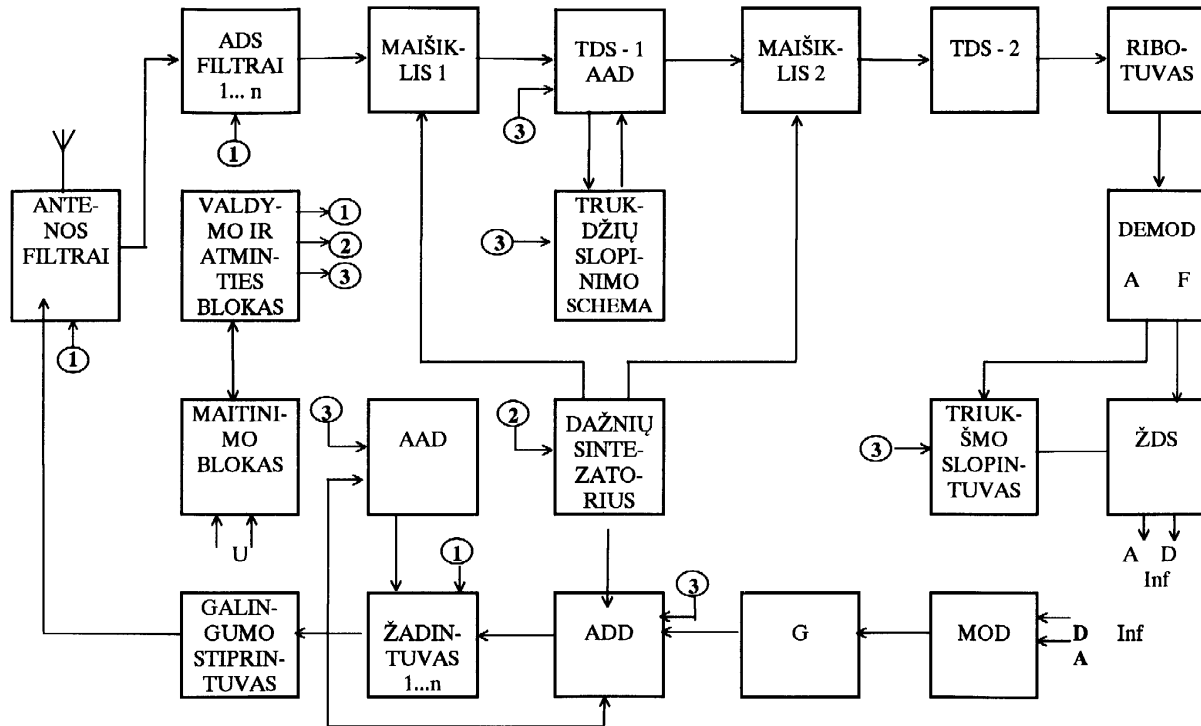
Valdymo ir atminties bloko sąveika su kitais radijo stoties elementais schemoje parodyta skaičiais apskritimuose:

□ - žadintuvo, antenos, ADS filtrų bei ADS įjungimas (vieno iš n).

□ - komanda dažnių sintetizatoriui - įjungti reikiamų virpesių, perduodamų į DAD ir 1, 2 maišiklius, dažnį;

□ - DAD, AAD schemų siųstuve, AAD TDS - 1, trukdžių slopinimo schemos ir triukšmo slopintuvo įjungimas (išjungimas). Galima kiekvieną elementą atskirai įjungti (išjungti), taip pat keisti trukdžių ir triukšmo slopinimą neautomatiniu būdu arba automatiškai.

Radijo stoties *elementų sąveiką* nagrinėsime *informacijos perdavimo ir priėmimo režimais*.



2.25 pav. Bendroji radijo stoties schema

Informacijos perdavimas vyksta taip: elektrinė diskretinė (D) arba analoginė (A) informacija moduliatoriuje (MOD) naudojama kaip moduliuojantys veiksniai, t.y. jų parametrais moduliatoriuje yra keičiami žemojo dažnio (ŽD) virpesių parametrai priklausomai nuo moduliavimo tipo. Pvz., jeigu moduliuojama amplitudė, tai keičiama ŽD virpesių amplitudė, jeigu dažnio - ŽD virpesių dažnis.

Toliau nagrinėsime elementų sąveiką, moduluojant dažnį. Elementų sąveika, moduluojant amplitudę, analogiška.

Moduluoti ŽD virpesiai iš moduliatoriaus patenka į valdomo generatoriaus (G) įėjimą. Valdomo generatoriaus virpesių dažnis kinta atitinkamai moduluotų ŽD virpesių dažnį, t.y. informacija, kuri yra moduliatoriaus įėjime. Kitaip sakant, generatoriaus virpesių dažnį valdo (keičia) ŽD virpesiai. Valdomo generatoriaus virpesių dažnis yra mažesnis už žadintuvo virpesių dažnį, bet didesnis už moduliatoriaus virpesių dažnį. Įjungus valdomą generatorių galima tiksliau keisti žadintuvo AD virpesių parametrus, nes yra keičiami ne iš karto nuo ŽD iki AD, o per valdomo generatoriaus virpesių dažnį, t.y. bus pasiektas geresnis informacijos tikrumas siųstuve.

Valdomo generatoriaus virpesiai veikia žadintuvo (vieno iš n , kuris įjungtas iš valdymo bloko) įėjime ir todėl žadintuve generuojami AD virpesiai, kurių dažnis atitinka perduodamą informaciją.

DAD ir AAD užtikrina žadintuvo virpesių dažnio (DAD) ir amplitudės (AAD) stabilumą. Abi derinimo schemos veikia pagal išėjimą, t.y. pakitus dažniui (amplitudei) žadintuvo išėjime, schemos veikia žadintuvo įėjime taip, kad tas pokytis yra kompensuojamas. DAD ir AAD veikimo laikas parinktas taip, kad nebūtų kompensuojami naudingi žadintuvo virpesių parametrų pokyčiai (pvz., dažnio kitimas pagal perduodamą informaciją).

Taigi žadintuvas formuoja AD stabilių parametrų virpesius, kurių dažnis keičiasi atitinkamai perduodamą informaciją.

Žadintuvo AD virpesiai veikia galingumo stiprintuvo įėjime. Galingumo stiprintuvas užtikrina reikiamą AD virpesių galingumą, kartu ir radijo stoties veikimo nuotolį. Iš galingumo stiprintuvo AD virpesiai fideriais perduodami į vieną iš n (įjungtą iš valdymo bloko) antenos filtrų ir toliau į anteną. Antenos filtrai filtruoja nereikalingus AD virpesius tiek perdavimo, tiek ir priėmimo režimais. Prireikus galima su filtrais naudoti vienajuostį, dvijuostį arba plačiąjuostį spinduliavimą.

Tenka pažymėti, kad būtina derinti galingumo stiprintuvo išėjimo, antenos įėjimo, antenos išėjimo bei imtuvo įėjimo varžas. Šią funkciją atlieka fideriai ir specialūs varžų derinimo įrenginiai, kurie išdėstomi kartu su antenos filtrais.

AD virpesiai sukelia antenoje AD sroves, jų veikimas lydimas EMB, kurias antena spinduliuoja į erdvę. EMB parametrai (pvz., dažnis, amplitudė) atitinka perduodamą informaciją.

Kaip matyti iš pasakyto, radijo stotyje, dirbant perdavimo režimu, informacija, veikianti modulatoriaus įėjime, keičia AD virpesių, o tai reiškia ir spinduliuojamų EMB, parametrus (pvz., amplitudę, dažnį, fazę).

Radijo stoties elementų sąveika, dirbant *informacijos priėmimo režimu*:

EMB, išspinduliuotos perduodamosios radijo stoties antena, sukelia priimamosios radijo stoties antenoje aukštojo dažnio sroves. Antenos kontūre, veikiant AD srovėms, atsiranda AD virpesiai, kurie per vieną iš n (įjungtų iš valdymo bloko) filtrų ir fiderių patenka į aukštojo dažnio stiprintuvų (ADS) ir filtrų bloką. Šio bloko įėjime išdėstyta n filtrų, kurie praleidžia (filtruoja) į ADS tik tuos AD virpesius, kuriais perduodama informacija.

Bloke yra n filtrų ir ADS, o iš valdymo bloko įjungiama tik po vieną filtrą ir ADS, kurių dažnių juosta atitinka priimamų AD virpesių dažnių juostą, t.y. perduodamos radijo stoties žadintuvo AD virpesių dažnių juostą.

Sustiprinti ADS virpesiai f_1 dažnio perduodami į maišiklį - 1. Antrajame 1 maišiklio įėjime veikia dažnių sintetatoriaus virpesiai f_2 dažniu. Šių virpesių (jie vadinami heterodiniais) dažnis skiriasi nuo AD virpesių dažnio dydžiu, kuris vadinamas pirmuoju tarpiniu dažniu (f_{i1}):

$$f_{i1} = |f_1 - f_2| = \text{const}.$$

Iš maišiklio 1 virpesiai f_{i1} dažnio perduodami į TDS-1, kur yra stiprinami, nes maišiklio išėjime jų amplitudė yra palyginus maža. TDS-1 gali būti keletas kaskadų, kad būtų pasiekta reikiama virpesių amplitudė. Iš valdymo bloko galima įjungti trukdžių, kurie patenka į priėmimo traktą, slopinimo schemą, kuri paprastai išdėstoma prieš pirmąjį TDS.

Sustiprinti TDS-1 virpesiai, kurių dažnis f_{i1} , veikia viename iš 2 maišiklio įėjimų, antrame - virpesiai iš dažnių sintetatoriaus, kurių dažnis f_3 .

2 maišiklio išėjime dėl f_{i1} ir f_3 dažnių dėl virpesių samplaikos atsiranda antrojo tarpinio dažnio (f_{i2}) virpesiai:

$$f_{i2} = |f_3 - f_{i1}| = \text{const}.$$

Antrojo tarpinio dažnio virpesiai veikia TDS-2 įėjime. TDS-2 atlieka jų stiprinimą. Bloke gali būti įrengta keletas TDS priklausomai nuo reikiamo virpesių stiprinimo koeficiento.

Po TDS-2 radijo stoties schemoje išdėstytas ribotuvas, kuris funkcionuoja tik moduluojant dažnį ir fazę. Ribotuvas riboja priimtų virpesių amplitudę taip, kad demodulatoriaus dažnio detektorius (DEMOD F) reaguotų tik į virpesių dažnio pokyčius, o virpesių amplitudė būtų pastovi.

Tai yra viena iš demodulatoriaus dažnio detektoriaus normalaus funkcionavimo sąlygų.

Moduliuojant radijo stotyje amplitudę, ribotuvas neveikia.

Po ribotuvo priimti virpesiai demoduliuojami DEMOD bloke, t.y iš antrojo tarpinio dažnio virpesių parametrų išskiriami žemojo dažnio (ŽD) virpesiai, kurių parametruose yra informacija.

Jeigu priimtuose virpesiuose yra ŽD triukšmas, jo amplitudė mažinama triukšmo slopintuve. Triukšmo slopintuvą įjungiamas iš valdymo bloko.

Demodulatoriaus išėjime žemojo dažnio virpesių amplitudė yra maža, todėl schemoje yra žemojo dažnio stiprintuvas (ŽDS), kuris didina ŽD virpesių amplitudę, taip pat formuoja diskretinės informacijos parametrus.

Informacija iš ŽDS perduodama į galutinę aparatūrą (analoginė - garsiakalbį, TLF ausines arba įrašymo aparatūrą ir kt., diskretinė - skaitmeninės informacijos priėmimo aparatūrą ir pan.)

Taigi, informacija, perduota iš kitos radijo stoties EMB, priimama radijo stoties antena, keičiama AD virpesiais, kurie yra filtruojami, stiprinami, du kartus keičiami tarpinių dažnių virpesiais, stiprinami ir demoduliatoriuje keičiami ŽD virpesiais. ŽD virpesių parametrais yra perduota informacija.

2.7. RADIO STOTIES TAKTINIAI, TECHNINIAI DUOMENYS IR JŲ ANALIZĖ

Nagrinėdami bendrąją radijo stoties schemą išskyrėme: siųstuvą, imtuvą, anteną su fideriais ir bendruosius blokus (valdymo ir atminties bei maitinimo).

Radijo stotis, kaip kariuomenės valdymo sistemos ryšio priemonės, galima charakterizuoti taktiniais ir techniniais duomenimis (TTD) (parametrais).

Taktiniai duomenys - radijo stoties parametrų visuma, apibūdinanti ją kaip KRIS elementą (vienetą). Tai integralinės radijo stoties charakteristikos. Visų lygių vadai, planuodami informacijos kaitą radijo stotimis, vadovaujasi radijo stočių taktiniais duomenimis.

Techniniai duomenys - radijo stoties elementų parametrų visuma, apibūdinanti ją kaip techninę priemonę. Elementų techniniai duomenys lemia radijo stoties taktinius duomenis.

Pateiksime iš pradžių radijo stoties elementų (siųstuvo, imtuvo, antenos) techninius duomenis, o po to apibūdinsime radijo stoties taktinius duomenis, nustatysime savitarpio priklausomybę.

2.7.1. Pagrindiniai radijo stoties techniniai duomenys

1. Radijo stoties siųstuvas - charakterizuojamas galingumu, dažnio nestabilumu, darbo dažnių diapazonu bei dažnių skaičiumi.

A. Siųstuvo galingumu priimta vadinti generuojamų virpesių galingumą, kuris antenoje sukelia reikiamo stiprumo AD sroves.

Išskiriamas vidutinis galingumas (P_0) ir galingumas impulse (P_{imp}), jų ryšys:

$$P_0 = P_{imp} \frac{\tau}{T}, \quad P_{imp} = P_0 \frac{T}{\tau},$$

čia τ , T - impulso trukmė ir periodas.

Juo didesnė impulso galia, juo mažesnė jo trukmė. Taip fotolempos galia esti keli W, tuo tarpu jos blyksnio galia sudaro 40 kW.

Galingumą nulemia operatyviniai taktiniai reikalavimai (radijo stoties paskirtis, mobilumas, ryšio nuotolis, svoris). Galingumą užtikrina galios stiprintuvai. Radijo stoties schemoje jų gali būti keli. Galingumas matuojamas W.

B. Siųstuvo dažnio nestabilumas - generuojamų siųstuve virpesių dažnio nuokrypis nuo nominalaus (nustatyto) dažnio.

Vertinamas absoliučiu ir santykiniu dažnio nuokrypiu.

Absoliutus dažnio nuokrypis $\Delta f = |f - f_0|$ išreiškiamas hercais [Hz].

$$\text{Santykinis dažnio nuokrypis } \delta f = \frac{\Delta f}{f_0} \cdot 100[\%],$$

čia f_0 - nominalus (nustatytas) virpesių dažnis;

f - generuojamas siųstuve virpesių dažnis (realus).

Daugumos radijo stočių siųstuvų santykinis dažnio nuokrypis mažesnis už vieną procentą (dešimtosios procento dalys).

Dažnių stabilumą nulemia reikalavimas užtikrinti ryšį be derinimo ir paieškos bei naudojamų informacijai perduoti (priimti) signalų forma (spektras)

$$\frac{\Delta f}{f_0} \leq \frac{\Delta f_{\text{imt}}}{2f},$$

čia Δf_{imt} - imtuvo (selektyvinio filtro) dažnių pralaidumo juosta.

Siųstuvo dažnio stabilumą užtikrina žadintuvas (generatorius, dažnių sintezatorius). Stabilumas priklauso nuo dažnio stabilizacijos schemos. Yra žadintuvai su parametrine dažnio stabilizacija, kai pasiekiamas dažnio nestabilumas iki 10^{-4} , ir žadintuvai su kvarcine dažnio stabilizacija, kai pasiekiamas nestabilumas iki $10^{-6} \div 10^{-10}$. Savo ruožtu žadintuvai su kvarcine dažnio stabilizacija skirstomi į dvi grupes.

Pirmai grupei priklauso žadintuvai, sudaryti pagal principą "1 kvarcas - vienas dažnis". Antrą grupę sudaro žadintuvai su diapazonine kvarcine dažnio stabilizacija. Šiuose žadintuvuose reikiamas didelio stabilumo darbinių dažnių kiekis sudaromas iš vieno atraminio dažnio (didelio stabilumo) panaudojant specialius metodus (interpoliacijos, kompensacijos, automatinio dažnio derinimo - ADD).

Pavyzdžiui, R-173 schemeje panaudota diapazoninė kvarcinė dažnio stabilizacija su automatiniu fazės dažnio derinimu. Šioje schemeje nestabilumas priklauso tik nuo sintezatoriaus ir valdomo generatoriaus nestabilumų ($20 \cdot 10^{-6}$ arba 1,5 kHz).

C. *Siųstuvo dažnių diapazonas* - dažnių visuma, kurioje siųstuvas užtikrina virpesių generavimą, stiprinimą ir perdavimą į anteną.

Diapazoną charakterizuoja ribiniai dažniai f_{min} ir f_{max} .

Dažnių visuma gali būti diskretinė arba tolyginė.

Kai diapazonas diskretinis - dažnių skaičius

$$N = \frac{f_{\text{max}} - f_{\text{min}}}{\Delta f_d},$$

čia Δf_d - intervalas tarp dažnių.

Dažnių diapazonas gali būti: IB (ilgųjų bangų), VB (vidutinių bangų), TB (trumpųjų bangų), UTB (ultra trumpųjų bangų). Diapazoną formuoja žadintuvas (dažnių sintezatorius). LR kariuomenėje yra naudojamos radijo stotys TB ir UTB diapazono.

2. *Radijo stoties imtuvas* - gali apibūdinti tokie techniniai duomenys: jautrumas, selektyvumas, dinaminis diapazonas, praleidžiamų dažnių juosta, signalų galingumas ir formos atitikimas imtuvo išėjime ir kt.

A. *Imtuvo jautrumas* - imtuvo geba iš silpnų signalų išskirti perduodamą informaciją. Vertinamas minimalia naudingo signalo įtampa antenoje, kuri leidžia galutinėje aparatūroje išskirti informaciją iš triukšmo.

Imtuvo jautrumas (P_I) gali būti išreikštas:

$$P_I = kT_0 \Delta F_{ef} N_I \gamma_I,$$

čia k - Bolcmano konstanta, lygi $1.38 \cdot 10^{-23}$ J/K;

T_0 - standartinė imtuvo triukšmo temperatūra, imama 300^0 K;

ΔF_{ef} - efektyvi imtuvo dažnių pralaidumo juosta [Hz];

γ_I - skirtingumo koeficientas; charakterizuoja naudingojo signalo (P_n) ir triukšmo (P_t) galingumų santykį, reikalingą informacijai gauti galutinėje aparatūroje.

Skirtingumo koeficientas išreiškiamas $\gamma_I = P_n / P_t |_{ex}$.

N_I - imtuvo triukšmo koeficientas, charakterizuojantis, kaip imtuve blogėja naudingojo signalo (P_n) ir triukšmo (P_t) santykis:

$$N_I = \frac{(P_n / P_t)_{in}}{(P_n / P_t)_{iš}}$$

N_I - apibūdina imtuvo triukšmų savybes. Jį galima rasti:

$$N_I = N_1 + \frac{N_2}{K_1} + \frac{N_3}{K_1 K_2} + \dots + \frac{N_n}{\prod_{i=1}^{n-1} K_i},$$

čia N_i, K_i - i -ojo imtuvo elemento (įjungto nuosekliai priėmimo trakte) triukšmo ir stiprinimo koeficientai.

Iš formulės matyti, kad imtuvo triukšmo koeficientą (jautrumą) nulemia savieji pirmųjų imtuvo elementų triukšmai (antena, įėjimo grandis bei pirmos pakopos stiprintuvas). Tam, kad pagerėtų jautrumas, reikia mažinti imtuvo pralaidumo juostą, naudoti tobulesnius aktyvius elementus stiprintuvuose, atsparesnę triukšmui signalo moduliaciją (padidinti skirtingumo koeficientą). Jautrumas matuojamas μV .

B. Imtuvo selektyvumas - imtuvo geba išskirti naudingą signalą (informaciją) iš priimtų virpesių visumos.

Selektyvumas nusako imtuvo savybę slopinti trukdančių stočių signalus, dirbančių artimais imtuvui dažniais. Selektvumas kartais vadinamas išderinimu.

Imtuvo išderinimas - skirtumas tarp signalo nešančiojo dažnio f_s ir imtuvo integralinės rezonansinės charakteristikos centrinio dažnio f_0 : $\Delta f_s = f_s - f_0$.

Selektyvumas vertinamas pagal imtuvo elementų rezonansinę charakteristiką. Šiuo atveju imtuvo selektyvumas gali būti pavaizduotas grafiku, rodančiu imtuvo jautrumo kritimą, išderinant imtuvo konturus į abi

puses nuo priimamojo signalo dažnio iki nustatyto lygio (IB, VB, TB diapazone 10kHz, UTB diapazone 250kHz).

Selektyvumą užtikrina filtrai (kontūrai). Filtro kokybė (selektyvumas) juo geresnė, juo mažesnis dažnis. Todėl selektyvumui gerinti naudojamas dažnio keitimas, t.y. signalo spektras perkeliamas iš vienos dažnių ašies į kitą (žemesnę). Tokiu būdu sumažėja pralaidumo juosta (signalu su $f=30\text{MHz}$ pralaidumo juosta lygi $200\div 400\text{ KHz}$, o signalu su $f=0,5\text{ MHz}$, $\Delta F=3\div 5\text{ kHz}$).

C. Iš tikrųjų selektyvumas susijęs su *praleidžiamų dažnių juosta* - dažnių visuma, kurioje išsiderinus priėmimo signalui stiprumas mažėja iki nustatyto lygio (paprastai $\sqrt{2}$ kartų arba 3 dB).

Dažnių pralaidumo juosta (ΔF) derinama su priimamo signalo spektro pločiu, pvz. impulsiniam signalui

$$\Delta F_{\text{imp}} = \frac{1}{\tau}, \text{ iš tikrųjų imama } \Delta F_{\text{imp}} = \frac{1,37}{\tau} \text{ arba } \frac{1,4}{\tau},$$

čia τ - impulso trukmė.

Pralaidumo juosta nustatoma pagal dažninę amplitudės charakteristiką (DACH) arba pagal rezonansinę charakteristiką.

ŽD stiprintuvo pralaidumo juosta (nustatoma pagal DACH) yra lygi dažnių intervalui, kurio kraštuose stiprinimo koeficientas sumažėja 3 dB ($\sqrt{2}$ karto), lyginant su maksimalia reikšme.

Juo platesnė atkuriamųjų garsinių dažnių juosta ir juo tolygesnis stiprinimo koeficientas jos ribose, juo mažesni dažniniai iškraipymai ir geresnė imtuvo garso kokybė. Kad atkuriamas garsas būtų geros kokybės, pralaidumo juosta turi būti 50-10000 Hz (telefoninio ryšio sistemose - 300-3400 Hz). Imtuvo AD dalies pralaidumo juosta (nustatoma pagal rezonansinę charakteristiką) yra dažnių intervalas, kurio kraštuose imtuvo jautrumas sumažėja 6 dB (du kartus), lyginant su jautrumu pagrindiniam dažniui.

D. *Dinaminis diapazonas* - imtuvo geba išskirti informaciją tiek iš silpnų, tiek ir iš stiprių signalų.

Vertinamas - maksimalaus ir minimalus naudingo signalo santykiu, kai užtikrinamas informacijos gavimas. Išreiškiamas decibelais:

$$D = 20 \lg \frac{u_{\text{max}}}{u_{\text{min}}} = 10 \lg \frac{P_{\text{max}}}{P_{\text{min}}}$$

Minimalią įtampą riboja imtuvo savasis triukšmas arba trukdžiai, o maksimalią - iškraipymai, atsirandantys dėl stiprinimo elementų charakteristikų netiesiškumo. Laikoma, kad dinaminis diapazonas yra pakankamas,

jei, be iškraipymų, atkuriamų *max* ir *min*, galių santykis yra 10^6 eilės arba įtampų santykis - 10^3 eilės, t.y. imtuvo dinaminis diapazonas turi būti ne mažesnis kaip

$$D=20 \lg 10^3=60 \text{ dB.}$$

Dinaminis diapazonas pasiekiamas gerinant stiprintuvų parametrus ir naudojant atsparesnę triukšmams moduliaciją.

E. Signalų galingumas išėjime - imtuvo savybė, užtikrinanti reikiamą signalų stiprumą išėjime. Reikiamas signalų stiprumas imtuvo išėjime reglamentuojamas galutine aparatūra.

Vertinamas imtuvo bendru stiprinimo koeficientu. Nuosekliai sujungtų elementų stiprinimo koeficientas (K_{Σ}) lygus elementų stiprinimo koeficientų sandaugai:

$$K_{\Sigma} = K_1 K_2 K_3 \dots K_n = \prod_{i=1}^n K_i .$$

F. Signalų formos atitikimas išėjime - imtuvo geba perduoti signalus be iškraipymų. Vertinamas pagal signalo parametrų iškraipymo santykinį dydį.

Signalų iškraipymai galimi tiek dėl trukdžių veikimo, tiek ir dėl nesuderinimų perdavimo ir priėmimo traktuose.

Signalų iškraipymai lemia informacijos tikrumą.

Signalų formos atitikimas išėjime pasiekiamas pašalinus triukšmus ir trukdžius (ribotuvai, AAD, triukšmų ir trukdžių slopintuvai) bei naudojant atsparesnę triukšmams moduliaciją.

Gali būti naudojami ir kiti imtuvų techniniai duomenys.

3. **Antena** - tai laidininkų sistema, užtikrinanti AD virpesių keitimą EMB ir jų spinduliavimą (perduodančioji antena) bei EMB priėmimą ir jų keitimą AD virpesiais (priimančioji antena). Perduodančiosios ir priimančiosios antenų parametrai adekvatūs, todėl nagrinėjami antenos parametrai, neskiriant perduodančiosios ar priimančiosios.

Pagrindiniai antenos parametrai:

kryptingumo diagrama;

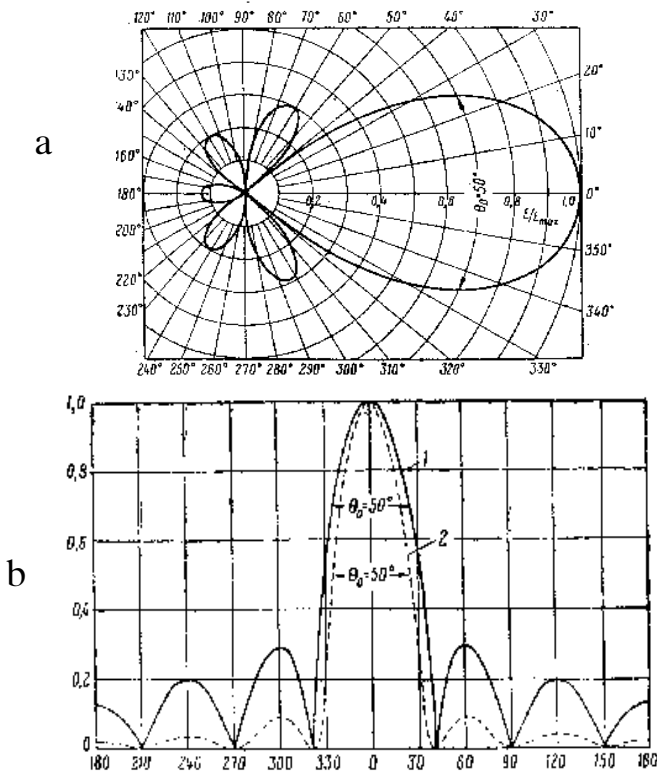
stiprinimo koeficientas.

A. Kryptingumo diagrama - erdvės taškų visuma, kurioje EM lauko stiprumas ne mažesnis nei nurodytas (paprastai 0.707 arba 0.5; gali būti (retai) 0.1 P_{\max}).

Apibūdina EM energijos pasiskirstymą erdvėje.

Vertinama kryptingumo diagramos pločiu vertikaloje (E°) ir horizontalioje (θ°) plokštumose.

Pateikiama grafiškai arba analitiškai. Grafiškai - poliarinėje (2.26 a pav.) arba stačiakampėje koordinatinių sistemoje (2.26 b pav.). Diagramoje išskiriami lapeliai - pagrindinis ir šoniniai (2.26 pav.). 2.26 b pav. pateikta antenos kryptingumo diagramos pjūvis horizontalioje plokštumoje, nenaudojant (1) ir naudojant specialias priemones diagramos šoniniams lapeliams mažinti.



2.26 pav. Antenos kryptingumo diagramos pjūvis horizontalioje plokštumoje

Kryptingumo diagrama formuojasi arti antenos (Frenelio zonos), formavimosi riba, vadinama tolimos zonos riba, gali būti išreikšta:

$$r=2 D^2/\lambda,$$

čia D - antenos apertūros (matmenų) vertikalioje plokštumoje dydis, m;

λ - bangos ilgis, m.

B. Antenos stiprinimo koeficientas - antenos geba spinduliuoti (priimti) EMB kryptingai. Charakterizuoja, kiek kartų reikia padidinti etaloninės (nekryptinės) antenos spinduliavimo galią, norint pasiekti tokį pat lauko stiprumą. Išreiškiamas antenos naudingo veikimo ir kryptingumo koeficientų sandauga:

$$G=\eta_A k_A,$$

čia G - antenos stiprinimo koeficientas;

η_A - antenos naudingo veikimo koeficientas;

k_A - antenos kryptingumo koeficientas.

Dažniausiai naudojamos formulės, leidžiančios greitai apskaičiuoti antenos stiprinimo koeficientą:

$$G \cong \frac{35000}{\theta^0 \varepsilon^0}, \quad G = \frac{4\pi}{\lambda^2} S_{ef}, \quad S_{ef} = \xi_A S_A,$$

čia S_{ef} - antenos išspinduliuojamas plotas;

S_A - antenos geometrinis plotas;

ξ_A - antenos paviršiaus naudojimo koeficientas.

Pateikti radijo stoties elementų techniniai duomenys iš esmės sudaro radijo stoties techninius duomenis.

2.7.2. Taktiniai radijo stoties duomenys

Taktiniai duomenys charakterizuoja radijo stotį kaip informacijos kaitos elementą. Jais gali būti: ryšio nuotolis, darbo dažnių diapazonas, mobilumas, patikimumas, gabaritai ir masė, maitinimo šaltinių tipas, veikimo laikas, reikiama srovė bei įtampa, atmosferinės naudojimo sąlygos (temperatūra, drėgnumas) ir kt.

1. **Ryšio nuotolis** - atstumas tarp dviejų radijo stočių, kuriame užtikrinama informacijos kaita tarp jų.

Nagrinėsime erdvę be išorinių trukdžių. EMB energija priėmimo stotyje turi būti:

$$W_I \geq \gamma_I N_I,$$

čia γ_I - skirtingumo koeficientas, išreiškiantis naudingo signalo ir triukšmo santykį imtuve;

N_I - imtuvo vidiniai triukšmai.

Radio ryšio nuotolis išreiškiamas (be išorinių trukdžių):

$$R = \left(\frac{P_S G_S G_P \lambda^2 K_A}{k P_I \gamma_p} \right)^{1/2} \quad [\text{km}],$$

čia P_S - siųstuvo galingumas, W;

G_S, G_P - perdavimo ir priėmimo stočių antenų stiprinimo koeficientai;

λ - bangos ilgis, m;

K_A - koeficientas, išreiškiantis EMB sklidimą (slopimą atmosferoje);

k - mastelinis koeficientas;

P_I - imtuvo jautrumas, μV ;

γ_p - imtuvo suminis skirtingumo koeficientas.

Pateikta radio ryšio nuotolio formulė leidžia nustatyti atstumą tarp dviejų radio stočių, kai nėra išorinių trukdžių. Veikiant išoriniams trukdžiams, ryšio nuotolis sumažėja proporcingai trukdžių, veikiančių antenos išėjime, galingumui.

Subalansuoto radio ryšio sąlyga (kai palaikomas abipusis ryšys):

$$W_1 N_{I1} = W_2 N_{I2},$$

čia W_1, W_2 - naudingo signalo energija priimta pirmoje ir antroje radio stotyse;

N_{I1}, N_{I2} - pirmos ir antros radio stočių imtuvų triukšmo koeficientai.

Apskaičiuojant ryšių centrų (RC), punktų (RP) veikimo zonas, kai naudojamų radio stočių duomenys skirtingi, reikia imti minimalų radio stočių tarpusavio ryšio nuotolį, t.y. ryšys RC, RP veikimo zonoje turi būti subalansuotas.

2. **Darbo dažnių diapazonas** - imtuvo ir siųstuvo darbo dažnių visuma. Radio stotis gali dirbti fiksuotais dažniais arba tolyginiame diapazone.

3. **Mobilumas** - radio stoties geba palaikyti ryšį judant. Vertinama transporto priemonės, kurioje išskleista radio stotis, mobilumu.

4. **Patikimumas** - radio stoties geba atlikti savo funkcijas ir išsaugoti pagrindinius TTD leistinių ribų.

Charakterizuojamas radio stoties darbu be gedimų (negendamumo tikimybė), sugedusios aparatūros bei jos elementų remonto tinkamumu ir kt.

Negendamumo tikimybė $P(t)$ - tai tikimybė, kad per tam tikrą laiką (t) radijo stotis nesuges:

$$P(t) = P(t_d > t),$$

čia t_d - laikas, kurį radijo stotis dirbs be gedimų.

Praktiniam naudojimui tinka formulė

$$P(t) = \frac{M - m(t)}{M},$$

čia M - bendras radijo stoties elementų skaičius;

$m(t)$ - sugedusių, per nurodytą laiką, elementų skaičius.

Kiti taktiniai duomenys suprantami iš jų pavadinimo.

Taigi radijo ryšio nuotolis, kaip matyti iš matematinės išraiškos, priklausomai nuo radijo stočių elementų techninių duomenų, EMB ilgio, poliarizacijos, sklidimo sąlygų bei išorinių trukdžių veikimo.

2.8. RADIO STOČIŲ KLASIFIKAVIMAS

Radijo stotys, kaip informacijos kaitos priemonės tarp kariuomenės valdymo sistemos elementų, skirstomos pagal keletą požymių. Tokie požymiais gali būti radijo stočių taktiniai, techniniai duomenys, galimybė naudoti radijo stotis pagal paskirtį (kovinio naudojimo būdai) ir kt. Radijo stočių skirstymas atitinka ryšio priemonių skirstymą, nagrinėtą anksčiau.

Pateiksime radijo stočių klasifikavimą pagal: mobilumą, darbo režimus, ryšio vedimo vietą, ryšio palaikymą, dažnių diapazonus, galingumą, perduodamą informaciją, signalų moduliavimo tipą, ryšio kanalų skaičių, maitinimo šaltinius.

1. *Pagal mobilumą* radijo stotys skirstomos į:

stacionarias - dislokuotas pastatuose, vadavietėse ir pan., t.y. kurios, naudojant pagal paskirtį, dislokacijos vietos nekeičia;

mobilies - kurios, naudojant pagal paskirtį, gali keisti dislokacijos vietą (vežiojamosios, nešiojamosios ir pan.).

2. *Pagal darbo režimus:*

telefoninės (TLF);

telegrafinės (TLG);

distancinio valdymo (DV);

kompiuterinės (KOMP);

kombinuotos (pvz., TLF-TLG, TLF-KOMP ir kt.).

3. *Pagal ryšio vedimo vietą:*

priežeminės, kai informacijos kaita vyksta paviršinėmis EMB;
troposferinės - informacijos kaita erdvinėmis EMB;
kosminės (palydovinės) - informacijos kaita vyksta paviršinėmis ir erdvinėmis EMB.

4. *Pagal ryšio palaikymą* radijo stotys gali būti simpleksinės, pusiau-simpleksinės ir duplexinės.

5. *Pagal darbo dažnių diapazonus* radijo stotys gali būti:

labai ilgų bangų (MB) nuo 3 iki 30 kHz;

ilgųjų bangų (IB) nuo 30 iki 300 kHz;

vidutinių bangų (VB) nuo 300 kHz iki 3 MHz;

trumpųjų bangų (TB) nuo 3 MHz iki 30MHz;

ultratrumpųjų bangų (UTB) per 30 MHz.

Radijo stotys gali dirbti fiksuotais (iš anksto nustatytais) dažniais ir nefiksuotais. Darbo dažnių skaičius gali būti įvairus.

6. *Pagal siūstuvų galingumą* (apskaičiuotą antenai) radijo stotys yra:

mažo galingumo - iki 100 W;

vidutinio galingumo - nuo 100 W iki 1 kW;

galingos - nuo 1 kW iki 10 kW;

didelio galingumo - daugiau kaip 10 kW.

7. *Pagal perduodamą informaciją:*

analoginės ir diskretinės (skaitmeninės).

8. *Pagal informacijos moduliavimo tipą:*

amplitudės moduliavimo (AM);

dažnio moduliavimo (DM);

fazės moduliavimo (FM);

impulsų moduliavimo (IM).

IM gali būti įvairus (amplitudės, dažnio (fazės), intervalų ir kt.).

9. *Pagal ryšio kanalų skaičių* radijo stotys gali būti: vieno kanalo, dviejų kanalų, daugiakanalės.

10. *Pagal maitinimo šaltinius* radijo stotys skirstomos į:

tinklines, kurios maitinamos iš elektros tinklų tiesiogiai arba per specialius maitinimo blokus;

akumulatorines, maitinimui naudojančios akumulatorius (šarminius, rūgštinius ir kt.);

baterines, maitinimui naudojančios įvairias baterijas;

universalus maitinimo, naudojančios įvairius maitinimo šaltinius (pvz., elektros tinklą ir akumulatorius arba baterijas).

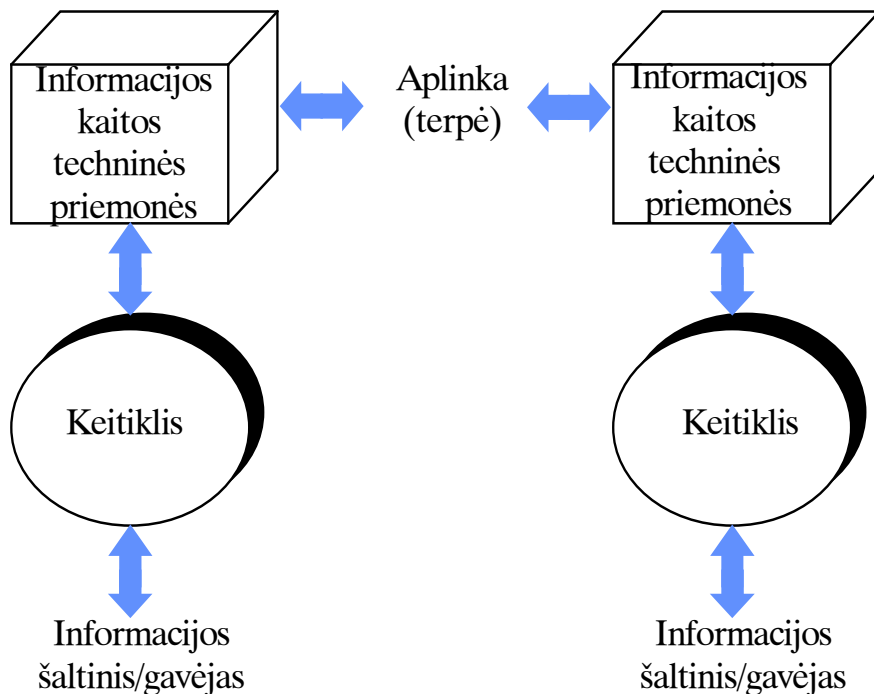
2.9. RYŠIO KANALAI

2.9.1 Sandara

Specialioje techninėje literatūroje galima rasti įvairius ryšio kanalų apibrėžimus. Labiausiai tinkama, mūsų nuomone, ryšio kanalo samprata, apimanti visų informacijos tipų kaitą.

Ryšio kanalas - techninių priemonių ir informacijos sklaidimo aplinkos (terpės) visuma, skirta informacijos kaitai.

Ryšio kanalą sudaro informacijos keitikliai, kaitos (perdavimo, priėmimo) techninės priemonės, taip pat aplinka (terpė), kurioje vyksta informacijos kaita (2.27 pav.).



2.27. pav. Ryšio kanalas

Informacijos keitikliai keičia vieno tipo informaciją, naudojamą šaltinio (gavėjo), į kito tipo informaciją, naudojamą techninėse kaitos priemonėse. Pavyzdžiui, dirbant radijo ryšio kanalu telefoniniu režimu informacijos šaltinis yra žmogus (jo balso pokyčiai), t.y. akustinę informaciją mikrofonas (keitiklis) keičia į analoginę elektrinę informaciją (mikrofono grandinės elektros srovės pokyčiai). Priimamojoje radijo stotyje garsiakalbis, kaip keitiklis, pakeis elektros srovės pokyčius į akustinę informaciją (garsą).

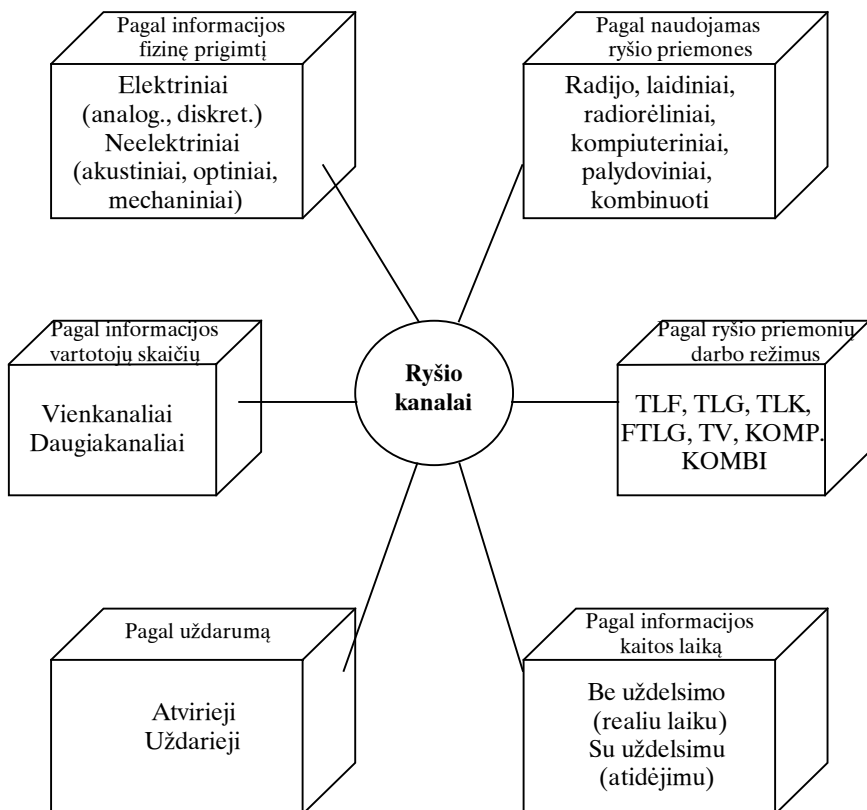
Keitikliai gali būti įvairūs. Kariniuose ryšio kanaluose labiausiai paplitę yra keitikliai, atliekantys informacijos tipų tarpusavio keitimosi funkcijas, tokie kaip akustinės (garso) ir elektrinės (analoginės), elektrinės analoginės ir diskretinės, elektrinės ir optinės (šviesos), mechaninės ir elektrinės (diskretinės bei analoginės) ir kt.

Informacijos kaitos priemonės atlieka informacijos perdavimą (priėmimą) aplinkoje (terpėje), kurioje sklinda informacija tarp perdavimo ir priėmimo vietų. Jas sudaro ryšio informacinių priemonių įvairovė, pvz., radijo stotys, telefono aparatai, kompiuteriai ir kt.

Informacijos sklidimo aplinka gali būti įvairi, pavyzdžiui, oras - radijo ryšio kanaluose, laidai (plieniniai, variniai, bimetaliniai ir kt.), metaliniai ir šviesos (šviesolaidžiai) kabeliai - laidiniuose ryšio kanaluose ir kt.

2.9.2. Ryšio kanalų skirstymas

Ryšio kanalai gali būti klasifikuojami pagal įvairius požymius. Tokie požymiai (2.28 pav.) gali būti: informacijos fizinė prigimtis, naudojamos ryšio priemonės (paskirtis), ryšio priemonių darbo režimai, informacijos kaitos laikas (be uždelimo – realiu laiku arba su uždelimu), informacijos vartotojų (šaltinių ir gavėjų) skaičius, uždarumas (slaptumas) ir kt.



2.28. pav. Ryšio kanalų skirstymas

1. Pagal informacijos *fizinę prigimtį* ryšio kanalai gali būti: **elektriniai**, kurie skirstomi į analoginius (tolydinius) ir diskretinius (skaitmeninius);

neelektriniai - akustiniai (garso), optiniai (šviesos) ir mechaniniai (hidrauliniai, pneumatiniai).

2. Pagal *naudojamą informacijos kaitai ryšio priemones* ryšio kanalai gali būti:

radijo, laidiniai, radioreliniai, kompiuteriniai, palydoviniai, kombinuoti ir kt.

Kombinuotose ryšio kanaluose gali būti naudojamos radijo ir laidinės ryšio priemonės bei kompiuteriai ir pan.

3. Pagal naudojamų *ryšio priemonių darbo režimus* ryšio kanalai gali būti skirstomi į; telefoninius (TLF), telegrafinius (TLG), fototelegrafinius (FTLG), telekodinius (TLK), kompiuterinius (KOMP), kombinuotus (KOMB) ir kt.

4. Pagal *informacijos kaitos laiką* ryšio kanalai gali būti:

be uždelsimo (realiu laiku) - informacija perduodama ryšio kanalu iš karto, kai tik ji gaunama, išskyrus atvejus, kai susidaro eilė - šiuo atveju reglamentuojama eiliškumo (skubumo) tvarka;

su uždelsimu (atidėjimu) - informacija ryšio kanalu negali būti perduota gavėjui dėl kanalo perdavimo (priėmimo) techninių priemonių funkcionavimo reglamentavimo. Pvz., kompiuteriniame tinkle organizuota pašto dėžutė, į kurią siunčiama informacija, o iš jos gavėjas gauna tik nustatytu laiku.

5. Pagal *informacijos vartotojų* (šaltinių ir gavėjų) *skaičių* ryšio kanalai skirstomi į vienkanalius ir daugiakanalius.

Vienkanalis ryšys - ryšys tarp dviejų abonentų (korespondentų), t.y. tarp informacijos šaltinio ir gavėjo vienu metu.

Daugiakanalis - ryšys tarp daugiau kaip dviejų abonentų (korespondentų), t.y. informacijos šaltinių ir gavėjų vienu metu.

Daugiakanaliuose ryšiuose informacijos kaitai naudojama speciali tankinamoji aparatūra. Tankinamoji aparatūra užtikrina skirtingos informacijos kaitą vienu metu tarp daugiau kaip dviejų informacijos šaltinių ir gavėjų vienoje informacijos sklidimo aplinkoje (terpėje).

Tankinamojoje aparatūroje naudojamas kanalų atskyrimas - *dažninis, laikinis, kodinis*, rečiau *fizinis* - pagal lygį, formą ir pan.

6. Pagal *uždarumą* ryšio kanalai gali būti: atvirieji ir uždarieji.

Uždarasis ryšio kanalas - kanalas, kuriuo perduodama informacija suprantama tik nustatytam vartotojų skaičiui. Vartotojus, kuriems skirta (suprantama) informacija, nustato asmuo, pateikiantis informaciją (informacijos šaltinis).

Ryšio kanalų uždarumas pasiekiamas specialiomis (uždarojo valdymo) priemonėmis.

2.9.3. Ryšio kanalų charakteristikos

Ryšio kanalai gali būti charakterizuojami keletu parametru. Nagrinėjant elektrinių ryšio kanalus, naudojamus kariuomenės reikmėms, reikėtų išskirti pagrindinius parametrus, apibūdinančius ryšio kanalus.

Ryšio kanalus galima charakterizuoti keletu parametru (kriterijų):

informacijos perdavimo tikrumas;
atsparumas trukdžiams;
informacijos perdavimo sparta (greitis) ir pan.

A. Informacijos perdavimo tikrumas - priimtos ir perduotos informacijos atitikimo laipsnis.

Charakterizuoja informacijos iškraipymą.

Informacijos iškraipymas galimas dėl trukdžių, kaip atsitiktinių dydžių, veikimo. Todėl atitikimo laipsniui apibūdinti vartojama tikėtimumo sąvoka.

Perduodant analoginę informaciją tikrumo kriterijumi dažnai laikomas vidutinis kvadratinis priimto signalo $y(t)$ nuokrypis nuo perduoto $x(t)$:

$$\sigma = \sqrt{|x(t) - y(t)|^2},$$

čia σ - vidutinis kvadratinis priimamo signalo $y(t)$ nuokrypis nuo perduoto $x(t)$.

Taip pat vartojamas absoliutaus nuokrypio kriterijus (Δ)

$$\Delta = |x(t) - y(t)|$$

ir didžiausio nuokrypio kriterijus (Δ_{\max})

$$\Delta_{\max} = \max |x(t) - y(t)|.$$

Perduodant diskretinę informaciją naudojama teisingo priėmimo tikimybė p_t :

$$p_t = 1 - p_{kl},$$

čia p_{kl} - klaidingo priėmimo tikimybė, kuri kiekvieno kanalo paprastai yra žinoma.

Informacijos perdavimo tikrumas dažnai vertinamas leidžiamu klaidų skaičiumi informacijos vienete (pvz., kilobite).

Naudojamas absoliutus leistinių klaidų skaičius informacijos vienete, pvz., viena klaida kilobite informacijos arba santykinis leistinių klaidų skaičius išreiškiamas procentais, pvz., 0.1 %.

Informacijos perdavimo tikrumui gerinti naudojami tokie metodai ir priemonės: informacijos kartojimas (analoginės ir diskretinės), koreguojančių (klaidas aptinkančių ir jas taisančių) kodų naudojimas (perduodant diskretinę informaciją) ir kt. Didelę įtaką informacijos tikrumui užtikrinti turi ryšių specialistų, eksploatuojančių ryšio kanalus, parengtis.

B. Atsparumas trukdžiams - ryšio kanalo geba užtikrinti informacijos kaitą trukdžių veikimo sąlygomis.

Charakterizuoja ryšio kanalų gebą perduoti informaciją esant trukdžiams.

Gali būti vertinamas atsparumo trukdžiams kriterijumi I - ryšio kanalo išlošiu, kuris išreiškiamas:

$$I = \frac{(P_s / P_t)_{iš}}{(P_s / P_t)_{in}},$$

čia $(P_s / P_t)_{iš}$ ir $(P_s / P_t)_{in}$ - naudingo signalo ir trukdžių vidutinių galių santykis kanalo išėjime (iš) ir įėjime (in).

Ryšio kanalų atsparumą trukdžiams taip pat galima vertinti ryšio priemonių, naudojamų ryšio kanaluose, atsparumu trukdžiams.

Atsparumas trukdžiams didinamas naudojant daugelį organizacinių ir techninių priemonių bei metodų, kurie bus nagrinėjami žemiau. Ypatinę svarbą turi ryšių specialistų parengtis naudoti ryšio priemones pagal paskirtį trukdžių veikimo sąlygomis.

C. Informacijos perdavimo sparta (greitis) - maksimalus informacijos kiekis, perduotas ryšio kanalu per laiko vienetą. Kartais vadinamas ryšio kanalo laidumu. Išreiškiamas bitais per sekundę. Bitas - dvejetainio kodo perdavimas.

Informacijos perdavimo sparta ryšio kanalu skaičiuojama įvairiais metodais. Informatikos teorijoje informacijos kiekį arba neapibrėžtumą išreiškia tikimybės.

Kalbant apie informacijos kiekį, vartojama informatyvumo sąvoka, t.y. kiek informacijos turi pranešimas.

Vidutinis informacijos kiekis, kurį teikia vienas pranešimas (kai kanale nėra trukdžių), vadinamas entropija. Ji išreiškiamą pranešimų tikimybės ir pranešimų perdavimo tikimybės logaritmo sandauga:

$$H = - \sum_{i=1}^N p_i \log p_i,$$

čia H - entropija, ji visada teigiama, nes $\log p_i < 0$;

N - pranešimų skaičius;

p_i - i-ojo pranešimo perdavimo tikimybė.

Praktinėje veikloje informacijos spartai skaičiuoti naudojamos empiriniu būdu gautos formulės.

Sudėtingiau yra skaičiuoti analoginės (garsinės) informacijos perdavimo spartą. Esmė ta, kad garsinę informaciją sudaro (pvz., tekstą) raidės ir žodžiai. Reikėtų įvertinti raidžių pasikartojimo žodžiuose (tekste) tikimybę. Jeigu visos 32 lietuvių kalbos raidės pasikartotų viename tekste su vienodomis tikimybėmis, tai vienos raidės informacijos kiekis būtų 5 bitai. Reikia pažymėti, kad šis skaičius nėra tikslus, bet praktiniuose skaičiavimuose gali būti naudojamas su atitinkama paklaida. Taip pat turi

būti įvertintas vidutinis raidžių skaičius viename žodyje (praktiniuose skaičiavimuose galima teigti lygus 7), taip pat žmogaus galimybės perduodant informaciją balsu, t.y. kiek žodžių per minutę. Praktiniams skaičiavimams galima teigti, kad žmogus perduoda 30-50 žodžių per minutę. Žinant šiuos duomenis, galima apytikriai apskaičiuoti žmogaus-operatoriaus garsinės informacijos perdavimo spartą.

Perduodant telefoniniu režimu analoginę informaciją, reikia įvertinti kiek bitų reikia perduoti vienam informacijos ženklui (i) (pvz., raidei), vidutinį ženklų (raidžių) skaičių žodyje (L), galimą siuntimo greitį (C_g), tuomet analoginio ryšio laidumas:

$$C_A = \frac{C_g \cdot L \cdot i}{60} \text{ bitų/sek.},$$

jeigu $C_g=40$, $L=7$, $i=5$, tai $C_A=23$ b/s.

Perduodant diskretinę (skaitmeninę) informaciją - kanalo laidumas susijęs su perduodamos informacijos nešiklio impulso trukme τ , ir simbolių kode skaičiumi (N):

$$C_D = \frac{1}{\tau} \cdot \log_2 N; \text{ bitų/sek.},$$

jeigu naudojama dvejetainė kodavimo sistema, tai

$$C_D = \frac{1}{\tau} \text{ bitų/sek.}$$

Galima teigti, kad perduodant diskretinę informaciją kanalo laidumas yra atvirkščiai proporcingas impulso trukmei (τ). Diskretinio signalo impulso trukmė taip pat yra susijusi su signalo spektro pločiu, t.y. kartu ir su reikiama kanalo praleidžiamų dažnių juosta.

Kaip pavyzdį galima pateikti laidinio ryšio kanalų terpės duomenis - praleidžiamų dažnių juostas (ΔF) ir galimą kanalų skaičių (N):

orinės linijos - $\Delta F = (10^3 - 10^5)$ Hz, $N - 10$;

simetriniai kabeliai - $\Delta F = (10^3 - 10^6)$ Hz, $N - 100$;

bendraašiai (koaksialieji kabeliai - $\Delta F = (10^3 - 10^8)$ Hz, $N - 10^4$;

bangolaidžiai - $\Delta F = (10^{10} - 10^{11})$ Hz, $N - 10^5$;

šviesolaidžiai - $\Delta F = (10^{14} - 10^{15})$ Hz, $N - 10^6$ ir daugiau.

Ryšio kanalų reikalavimai turi atitikti ryšių reikalavimus: savalaikiškumą, patikimumą, patvarumą, atsparumą trukdžiams, ryšio spartą ir tikrumą, ryšio uždaramą ir drausmę, nagrinėtus anksčiau.

2.10. TRUKDŽIAI, JŲ ŠALINIMO BŪDAI

2.10.1. Trukdžiai ir jų skirstymas

Realioje aplinkoje, perduodant informaciją, dėl įvairių priežasčių vyksta informacijos iškraipymas. Dėl iškraipymų informacija gali pasiekti gavėją su klaidomis arba visiškai nepasiekti (nepriimta). Informacijos iškraipymai galimi visuose jos kaitos (perdavimo, priėmimo) trakto elementuose, pvz., naudojant radijo ryšį, keitikliuose, siųstuvuose, antenose, imtuvuose, erdvėje (EMB sklidimo terpėje).

Informacijos iškraipymus priimta charakterizuoti trukdžių veikumu.

Literatūroje galima rasti skirtingus trukdžių apibrėžimus (sąvokas), tai susiję su tuo, kad specialioje literatūroje (pvz., apie elektrinės informacijos kaitą arba radijo ryšius) nagrinėjama tik specifinės informacijos sąveika su jos kaitos trakto elementais.

Pateiksime apibendrintą trukdžių apibrėžimą, kuris, mūsų nuomone, apima visą informacijos tipų kaitą.

Trukdžiai - poveikiai, iškraipantys informaciją ryšio metu.

Priminsime, kad ryšys yra informacijos kaita.

Pateiktas apibrėžimas taikomas bet kokios (elektrinės ir neelektrinės) informacijos kaitai. Paaiškinsime šį teiginį pavyzdžiais.

Perduodant neelektrinę, pvz., akustinę (garso) informaciją, trukdžiais gali būti kiti akustiniai virpesiai (garsai), iškraipantys perduodamą garsą taip, kad jis negali būti priimtas - pašaliniai garsai (ne informacija) slopina (užgožia) perduodamus garsus.

Perduodant elektrinę informaciją, pvz., radijo ryšio metu, EMB, spinduliuojamos pašaline radijo stotimi, patenka į anteną ir sukelia AD sroves. Šios AD srovės nėra perduodama informacija, ir jeigu tuo pačiu metu priimama informacija, tai dėl AD srovių sąveikos naudinga informacija yra iškraipoma. Jeigu pašalinės radijo stoties EMB stiprumas antenoje bus didesnis negu perduodančios informaciją, tai galutinėje aparatūroje informacija gali būti nesuprasta.

Informacijos iškraipymo dydis priklauso nuo trukdžių veikimo stiprumo priėmimo trakte. Informacija gali būti iškraipoma taip, kad jos neįmanoma priimti arba įmanoma gauti tik naudojant trukdžių šalinimo būdus ir priemones.

Tam, kad būtų teisingai naudojami kovos su trukdžiais šalinimo būdai ir priemonės, reikia žinoti trukdžių veikimą ir jų skirstymą, nes įvairių trukdžių šalinimo būdai irgi skirtingi.

Paprastai *trukdžiai klasifikuojami pagal atsiradimo vietą, jų prigimtį, informacijos iškraipymo dydį, statistines charakteristikas, poveikį informacijai* ir kt.

Pagal *atsiradimo vietą* trukdžiai gali būti vidiniai ir išoriniai (2.29 pav.).

Vidiniai trukdžiai - poveikis, atsirandantis pačioje informacijos kaitos aparatūroje (techninėse priemonėse). Vidiniai trukdžiai atsiranda pačioje informacijos kaitos aparatūroje dėl šiluminių elektroninių ir kitų elementų triukšmo, aparatūros parametrų pokyčio ir jų nesuderinimo su informacijos nešiklių parametrais ir kt.

Informacijos iškraipymai, atsiradę dirbant priėmimo ir perdavimo aparatūrai (techninėms priemonėms), vadinami triukšmu. Kitaip tariant, vidinius trukdžius vadinsime *triukšmu*. Todėl nagrinėdami radijo stoties techninius duomenis naudojames terminu “triukšmas”.

Vidinių trukdžių (triukšmo) šalinimo būdai ir priemonės realizuojamos konstruojant ir gaminant radijo stotis, todėl jų nenagrinėsime.

Išoriniai trukdžiai - poveikis informacijai. Jie atsiranda ne informacijos kaitos techninėse priemonėse (aparatūroje).

Žemiau nagrinėsime tik elektrinės informacijos kaitą ir poveikį jai (trukdžiams).

Išoriniai trukdžiai gali būti: *natūralūs* ir *dirbtiniai*.

Natūralūs išoriniai trukdžiai kartais vadinami gamtiniais. Jų atsiradimas nesusijęs su žmogaus veikla. Tokie trukdžiai gali būti atmosferiniai (žaibo išlydžiai ir pan.), kosminiai (Saulės ir kitų dangaus kūnų spinduliavimas) ir kt.

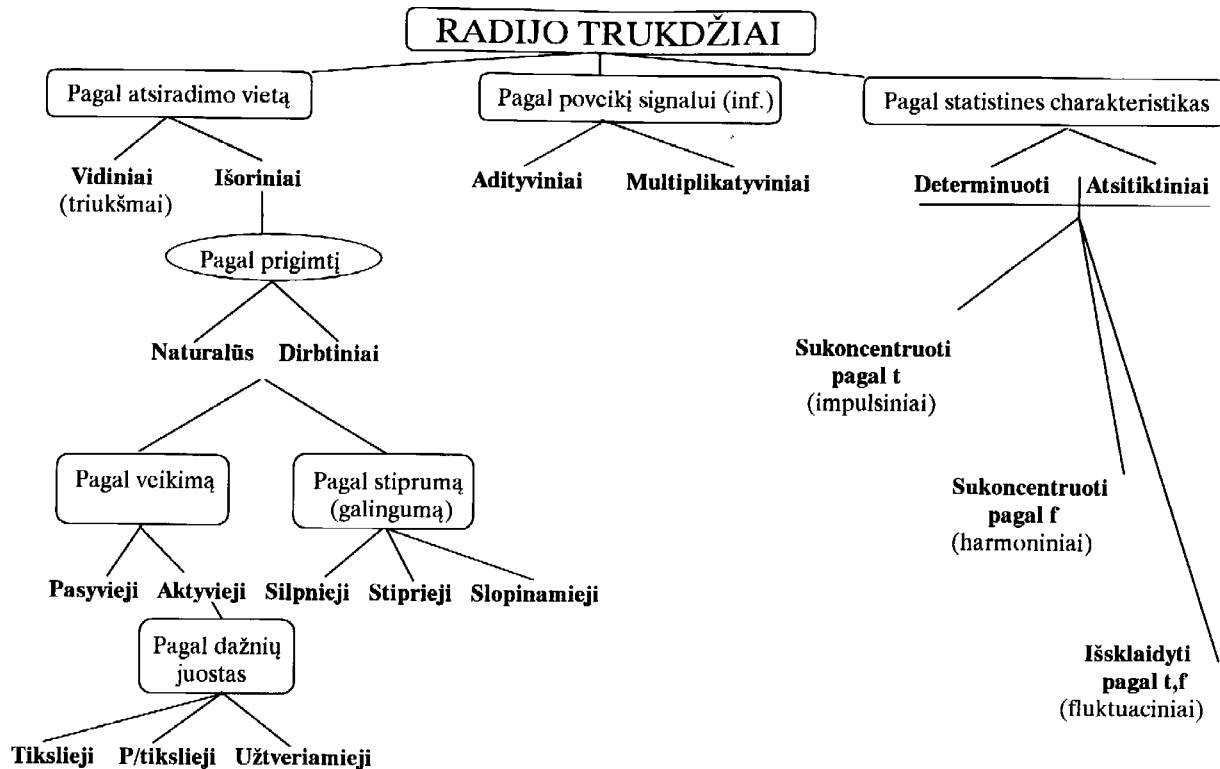
Dirbtinių išorinių trukdžių atsiradimas susijęs su žmogaus veikla. Jais gali būti:

industriniai (pramoniniai) trukdžiai, sukelti įvairių elektros įrenginių ir agregatų, vidaus degimo variklių ir kt.;

trukdžiai, susiję su EMB sklidimu (atspindžiu, refrakcija, interferencija);

kitų informacijos perdavimo šaltinių veikla toje pačioje terpėje, tarp jų, kas ypač svarbu pažymėti, specialiai veikiančių trukdžių siųstuvų.

Išoriniai trukdžiai *pagal poveikį* gali būti: *aktyvieji* ir *pasivyieji*



2.29 pav. Radijo trukdžių skirstymas

Aktyvieji trukdžiai - tokie trukdžiai, kurie susiję su kitų informacijos šaltinių arba juos imituojančių veikimu. Aktyvieji trukdžiai gali būti natūralūs ir dirbtiniai. Ypač svarbu pažymėti aktyviųjų dirbtinių trukdžių, sukeliamų priešų siųstuvų, veikimą. Nagrinėdami trukdžių šalinimo būdus ir priemones šiems trukdžiams skirsime pagrindinį dėmesį.

Nagrinėjant priešų trukdžių (siųstuvų) poveikį radijo ryšiui, **pagal dažnių juostą (spektrą)** aktyvius išorinius trukdžius galima skirstyti į: **tiksluosius, pusiautiksluosius ir užtveriamuosius**.

Tikslieji aktyvieji trukdžiai spinduliuojami siauroje dažnių juostoje. Paprastai šių trukdžių spektro plotis yra lygus 2-3 naudingo signalo spektro pločiams. Šių trukdžių stiprumas gali būti didelis.

Pagrindiniai šių trukdžių šalinimo būdai - darbas kitais (atsarginiais) dažniais, informacijos perdavimas vienu dažniu, priėmimas - kitu, arba keletu dažnių, darbas skirtingų diapazonų radijo stotimis, informacijos kartojimas ir kt.

Pusiautikslieji aktyvieji trukdžiai spinduliuojami dažnių juostoje, užimančioje dešimtį (kartais daugiau) naudingo signalo spektro pločių. Jų galingumas paprastai mažesnis negu tikslųjų aktyviųjų trukdžių.

Pagrindiniai šių trukdžių šalinimo būdai - darbas kitais dažniais, darbas skirtingų diapazonų radijo stotimis, informacijos perdavimas ir priėmimas keletu dažnių ir kt.

Uztveriamieji aktyvieji trukdžiai spinduliuojami priešų siųstuvų plačioje dažnių juostoje (kartais pusėje ir daugiau dažnio diapazono). Šių trukdžių galingumas nedidelis. Šie trukdžiai šalinami specialiais būdais ir priemonėmis.

Pasyvieji išoriniai trukdžiai - tai trukdžiai, susiję su naudingos informacijos nešiklio sklidimu aplinkoje.

Pasyvieji išorinių trukdžių šaltiniai gali būti natūralūs ir dirbtiniai.

Natūralūs - informacijos nešiklių atspindžiai nuo atmosferos, vietovės ir pan.

Dirbtiniai - informacijos atspindžiai nuo informacijos perdavimo aplinkoje specialiai išsklaidytų techninių priemonių, pvz., radijo ryšiui, radiolokacijai - metalizuotos juostos, kampuočiai ir pan.

Išoriniai trukdžiai pagal stiprumą (informacijos iškraipymo dydį) gali būti **silpnieji, stiprieji, slopinamieji**.

Silpnieji trukdžiai - kurių veikimas nereikalauja specialios aparatūros ir priemonių naudojimo.

Naudingo signalo ir trukdžių santykis imtuvo įėjime yra leistinų ribų.

Informacijos iškraipymai, veikiant silpniesiems trukdžiams, šalinami kaitaliojant patyrusio operatoriaus darbą ir aparatūros darbo režimus.

Stiprieji trukdžiai, kurių veikimas reikalauja naudoti specialią aparatūrą ir priemones. Naudingas signalas imtuvo įėjime silpnėnis už trukdžius. Informacijos iškraipymus, veikiant stipriesiems trukdžiams, gali pašalinti tik specialiai treniruoti operatoriai, naudodami trukdžių šalinimo priemones ir būdus.

Slopinamieji trukdžiai, kurių veikimas neleidžia išskirti informaciją galutinėje aparatūroje be specialių trukdžių šalinimo priemonių. Naudingas signalas imtuvo įėjime gerokai silpnėnis už trukdžius.

Pagal *statistines charakteristikas* trukdžiai gali būti **determinuoti ir atsitiktiniai**.

Determinuoti trukdžiai - kurių parametrai yra žinomi. Kartais jie vadinami imituojamaisiais. Jie naudojami informacinių sistemų darbui sutrukdyti pagal pralaidumą arba "netikrai" informacijai įvesti. Tokius trukdžius galima šalinti tokiais pat būdais ir priemonėmis kaip ir atsitiktinius trukdžius, taip pat ir specialiais, vadinamaisiais informacijos tikrumo (atpažinimo), būdais.

Atsitiktiniai trukdžiai - kurių parametrai yra atsitiktiniai dydžiai. Jie gali būti:

sukoncentuoti (sutelkti) laiko atžvilgiu impulsai, įvairios formos impulsų sekos, kurių amplitudės, trukmės ir atsiradimo momentai yra atsitiktiniai dydžiai. Pavyzdžiui, žaibo išlydžių, komutacinių procesų, specialių generatorių darbas ir pan.,

sukoncentuoti (sutelkti) dažnio atžvilgiu harmoniniai (sinusiniai) virpesiai, kurių amplitudės, fazės ir dažniai - atsitiktiniai dydžiai. Šių trukdžių šaltiniai - kintamosios srovės generatoriai, specialūs generatoriai, priešo trukdžių generatoriai arba radijo stotys ir pan.;

išsklaidytų laiko ir dažnio atžvilgiu (fluktuaciniai) daugybė trumpalaikių, nereguliarių impulsų ir virpesių, kurių parametrai yra atsitiktiniai dydžiai. Prie fluktuacinių triukšmų priskiriami kosminiai, atmosferiniai trukdžiai, specialių generatorių virpesiai, vidiniai aparatūros triukšmai ir pan.

Pagal poveikį informacijai trukdžiai skirstomi į **adityviuosius** ir **multiplikatyviuosius**.

Adityvieji trukdžiai - nepriklausanti nuo informacijos atsitiktinė dėdamosi.

Jeigu perduodamą informaciją (naudingą signalą) pažymėsime $u(t)$, o trukdžius $n(t)$, tai signalo ir adityvių trukdžių sąveiką $z(t)$ galima užrašyti

kaip suma: $z(t)=u(t)+n(t)$. Adityvieji trukdžiai - tai dažniausiai sutinkami trukdžiai.

Multiplikatyvieji trukdžiai - nepriklausantis nuo informacijos atsitiktinis dauginimas. Atitinkamai multiplikatyviojo trukdžio $k(t)$ ir naudingo signalo $u(t)$ sąveiką $z(t)$ užrašome: $z(t)=k(t)*u(t)$, čia $k(t)$ - atsitiktinis procesas. Multiplikatyvieji trukdžiai atsiranda, pavyzdžiui, atsitiktinai pakitus ryšio kanalo parametrams, dėl ko informacija yra iškraipoma.

Specialioje techninėje literatūroje galima rasti kitokį trukdžių skirstymą. Mūsų nuomone, pateikta trukdžių klasifikacija atitinka informacijos kaitą kariuomenės valdyme.

2.10.2. Radijo ryšių apsauga nuo trukdžių

Radijo ryšių apsauga nuo trukdžių - tai organizacinės ir techninės priemonės, kurių tikslas neleisti arba kiek galima daugiau sumažinti trukdžių poveikį radijo stočių darbui. Manoma, kad radijo ryšys gali normaliai funkcionuoti, jeigu užtikrinta apsauga nuo trukdžių.

Radijo ryšys, veikiant trukdžiams, bus patikimas, jeigu bus laikomasi šių sąlygų:

visi kariai - ryšininkai, visų rangų vadai gerai žinos, kokie yra trukdžiai, kaip jie veikia, ir mokės išvengti (maksimaliai sumažinti) jų poveikio;

griežtai pagal taisykles bus palaikomas ryšys;

ryšių specialistai turės ryšio palaikymo įgūdžių trukdžių veikimo sąlygomis;

nuolatos bus atliekamos priemonės, trukdančios (apsunkinančios) priešo žvalgybos veiksmus, t.y. bus vykdomi radijo maskuotės reikalavimai.

Specialios priemonės, skirtos radijo ryšių apsaugai nuo trukdžių, skirstomos į **organizacines** ir **technines**.

Organizacinės priemonės yra šios:

radijo ryšių priemonių naudojimas atitinkamai kovos aplinkai;

optimalios dislokacijos vietos parinkimas;

darbo dažnių keitimas priklausomai nuo situacijos arba pagal nustatytą tvarką ir grafiką;

aplenkiamųjų radijo ryšių kanalų naudojimas;

uždarųjų radijo tinklų (krypčių) įvedimas - dirbančių būdinčio priėmimo režimu ar dažniu, specialios aparatūros naudojimas ir pan.;

tarpinių radijo stočių naudojimas, siekiant sumažinti atstumus tarp korespondentų;

informacijos kaita vienu metu keletu dažnių (pvz., perdavimas vienu dažniu, o informacijos kaita kitu ir pan.);

radijo tinklo (krypties) dubliavimas kitu diapazonu dirbančioms radijo stotims (pvz., UTB - TB, kosminio ryšio priemonėmis ir kt.);

radijo stočių darbo režimo ir jų išdėstymo vietovėje pakeitimas, mobilių RP(RC) naudojimas;

paketinio ryšio naudojimas;

aptiktų priešo trukdžių siųstuvų naikinimas ir kt.

Techninės priemonės numato du pagrindinius trukdžių šalinimo būdus:

1. neleisti trukdžiams patekti į imtuvą;

2. trukdžių veikimą mažinti pačiame imtuve.

Neleisti trukdžiams patekti į imtuvą galima šiais būdais:

naudojant kryptines antenas;

parenkant optimalų antenos aukštį ir tipą;

naudojant imtuvo įėjime juostinius filtrus;

naudojant optimalų siųstuvo galingumą ar net jį mažinti iki minimumo;

didinant siųstuvo galingumą (vadinamasis jėgos metodas);

naudojant vienajuostį spinduliavimą ir tuo mažinant priimamą dažnių juostą imtuve;

keičiant EMB poliarizaciją;

naudojant adaptyvinę informacijos kaitą;

“pažeistų” dažnių vengimas ir t.t.

Šalinti trukdžius pačiame imtuve galima šiomis priemonėmis:

automatiniu trukdžių kompensavimu (pvz., koreliacine erdvine selekcija, filtriniu informacijos apdorojimu ir pan.);

naudojant automatinių dažnio ir amplitudės derinimo schemas;

kartojant priimtą informaciją ir kaupiant;

naudojant specialius kodus (diskretinei informacijai);

naudojant specialius filtrus bei imtuvo selektyvumą gerinant.

Šiais būdais siekiama gerinti imtuve naudingo signalo ir triukšmo santykį ir kt.

Taigi įvairius trukdžius efektyviausia šalinti naudojant kompleksą organizacinių ir techninių apsaugos priemonių, kurios optimaliausiu būdu mažina trukdžių poveikį, bet kartu užtikrina reikiamą ryšio nuotolį, jo kokybę ir kitus reikalavimus.

2.11. RADIOJ MASKUOTĖ

Šiuolaikiniai karai pasižymi kovos dinamiškumu. Todėl dabartiniame mūšyje nugalės tas, kurio kariuomenės valdymo sistema dirbs be pertrūkių, taip pat, žinoma, ir kariniai ryšiai, kaip kovinio valdymo dalis. Naudodamas radijo ir radiotechninę bei kitokią žvalgybą, priešas stengsis gauti žinių apie kovinį valdymą, padalinių išdėstymą, vadavietes, KUV ir ryšių priemonių duomenis ir jų išdėstymą. Priešas, naudodamas radijo ir radiotechninės bei kitų rūšių žvalgybų duomenis, turi galimybę:

gauti žinių apie kariuomenės valdymą, padalinių, vadaviečių, valdymo punktų (VP) dislokaciją, kariuomenės uždarojo valdymo (KUV) ir ryšio priemonių duomenis, jų dislokaciją;

žinoti kariuomenės ir jos padalinių kovines galimybes, planuojamus kovos veiksmus, jų eigą, pasekmes;

sutrikdyti kariuomenės valdymo sistemos funkcionavimą, naudojant specialius trukdžius ryšio priemonėms arba paskleidžiant “netikrą” informaciją. Specialūs trukdžiai apsunkina arba visiškai nutraukia informacijos kaitą tarp kariuomenės valdymo sistemos elementų. “Netikros” (klaidinamos arba nereikalingos, kuri sunkina ryšių sistemos veikimą ir vadų veiklą) informacijos paskleidimas ryšių sistemoje mažina ryšio kanalų pralaidumą ir spartą, taip pat gali dezinformuoti informacijos gavėjus. Dėl dezinformacijos kariuomenė tampa nevaldoma;

naikinti kariuomenės valdymo sistemos elementus, tarp jų ir karinių ryšių informacinę sistemą.

Kad to neatsitiktų, reikalinga radijo maskuotė ir radijo ryšių apsauga nuo trukdžių. Todėl pagrindinis radijo maskuotės tikslas ir yra apsunkinti priešo galimybę priimti ir suprasti perduodamą radijo ryšio priemonėmis informaciją. Tačiau taip pat turi būti užtikrintas patikimas ryšys.

Radijo maskuotė - organizacinių ir techninių priemonių visuma, apsunkinanti žinių apie informacijos kaitą bei radijo ryšio priemonių dislokaciją ir jų duomenis gavimą.

Radijo maskuotę sudaro **organizacinės** ir **techninės** priemonės.

Organizacinės radijo maskuotės priemonės gali būti:

- griežtas ryšio drausmės palaikymas, tikslus vadovavimasis darbo režimų ir ryšių laikymo taisyklėmis, leidimas dirbti tik gerai parengtiems radijo operatoriams;
- uždarujų ryšių organizavimo būdų naudojimas (įdiegiant įslaptinimo aparatūrą, įvairius kodavimo būdus ir pan.);

- vengti pastovių dažnių ir šaukinių. Priešo žvalgybai klaidinti gali būti naudojami išvykstančių iš šios vietovės padalinių radijo duomenys naujai atvykstantiems padaliniams;
- informacijos perdavimo laiko trumpinimas: pranešimai turi būti kuo trumpesni, gerai apgalvoti; perduodant ilgus pranešimus, kas 15 sek. daryti darbo eteryje 5-7 sek. pertraukas (per tokį trumpą laiką radiopelengatoriai nespėja užpelenguoti siųstuvo, nors tas laikas pačioje naujausioje technikoje sudaro vos 4-5 sek.); vengti nebūtino tikrinimo ar derinimo; esant gerai ryšio kokybei trumpinti šaukinius arba net visai jų nenaudoti;
- netikrų (klaidinamų) vadaviečių, pozicijų, ryšio priemonių įrengimas ir jų veiklos imitavimas;
- keleto vadaviečių (valdymo punktų) arba mobilių vadaviečių naudojimas; jei galima kuo dažniau keisti radijo ryšio priemonių dislokacijos vietą; radijo stotis (siųstuvus) geriau išsklaidyti, negu sukaupti juos aplink vadavietę;
- užmaskuoti radijo stotis (ypač antenas) pagal vietovę, naudojantis augalija, pastatais, vietovės ypatumais, specialiomis maskuojamosiomis priemonėmis ir pan.;
- informacijos kaitos organizavimas kombinuotu būdu, pvz., priėmimas ir perdavimas skirtingais dažniais arba net naudojant skirtingų diapazonų radijo stotis ir pan.;
- vengti staigių informacijos srauto padidėjimo ar sumažėjimo, tai gali būti prasidedančios operacijos ar kitų kovos veiksmų demaskuojamas faktorius;
- organizuoti tarp padalinių pasikeitimą operatoriais, kad prieš žvalgybos specialistai negalėtų identifikuoti padalinio pagal dirbančių operatorių balso, kalbos ar darbo ypatumus.

Techninės radijo maskuotės priemonės gali būti:

- siųstuvų galingumo mažinimas: jei galima, pasirinkti mažiausią įmanomą perdavimo galingumą, kuris užtikrintų patikimą ryšį, bet kartu apsunkintų prieš radijo ir radiotechninę žvalgybą;
- siųstuvų darbo režimų naudojimas:
 - ◇ visiškas siųstuvų darbo uždraudimas,
 - ◇ TB siųstuvų darbo uždraudimas,
 - ◇ leidimas dirbti mažo galingumo siųstuvais,
 - ◇ leidimas dirbti visoms radijo stotims;

- organizuoti radijo stočių rotaciją: tarp padalinių, esančių padaliniuose ir sandėliuose, tarp naudojamų ir esančių rezerve ir pan., taip bus galima išvengti radijo stočių tipinių darbo bruožų nustatymo;
- antenų aukščio mažinimas ir mažų gabaritų antenų naudojimas;
- kryptinių antenų naudojimas;
- jei galima antenas ir siūstuvus iškelti už vadavietės ribų, dažnai naudotis distancinio valdymo režimu;
- specialios aparatūros naudojimas, pvz., paketinio ryšio ir pan.

Radijo maskuotę organizuoja visų lygių vadai (štabai). Gali būti sudaromas priemonių planas. Tačiau radijo maskuotės reikalavimus privalo vykdyti visi ryšio specialistai.

3. UŽDAROJO VALDYMO PAGRINDAI

3.1. BENDROSIOS KODAVIMO TEORIJOS ŽINIOS

Šiuolaikiniame pasaulyje informacijos apsauga yra viena iš sudėtingiausių problemų. Visose valstybėse informacijos apsaugai skiriamas didelis dėmesys.

Įvairiose žmonių veiklos sferose (pvz., valdyme) vyksta informacijos kaita. Iškyla poreikis, kad informaciją suprastų tik tie žmonės (vartotojai), kuriems skirta informacija, o kiti negalėtų jos suprasti, nors turėtų galimybę ją priimti. Norint užtikrinti informacijos konfidencialumą, turi būti naudojami atitinkami informacijos apsaugos metodai ir priemonės. Ypač tai aktualu kariuomenės veikloje ir jos valdymo procese. Savaiame suprantama, kad kovinio valdymo informacija yra konfidenciali, nes ji užtikrina sėkmingą kovos veiksmų eigą.

Valdymas, kai garantuojamas perduodamos informacijos konfidencialumas (slaptumas), vadinamas uždaruoju. Kartais toks valdymas dar vadinamas slaptuoju, arba konfidencialiu.

Uždarojo valdymo informacijos kaita vyksta uždaraisiais ryšio kanalais.

Uždarasis ryšio kanalas - ryšio kanalas, kuriuo perduodama informacija suprantama tik nustatytam vartotojų skaičiui. Informacijos vartotojus, kuriems turi būti suprantama perduodama informacija, nustato asmuo, pateikęs informaciją perdavimui (pvz., vadas, štabo viršininkas ir pan.).

Ryšio kanalų uždarumas valdymo procese, atliekamas naudojant informacijos apsaugos technines priemones, vadinamas uždarojo valdymo techninėmis priemonėmis. Tokių priemonių veikimo principas yra informacijos kodavimas (šifravimas).

Kodavimas (prancūziškai *code* - taisyklių rinkinys) - informacijos formos pakeitimas kita, kuri yra optimalesnė kaitai, apdorojimui, pateikimui bei saugojimui.

Optimalumo kriterijai, informacijos kaitos požiūriu, gali būti:

1. Informacijos tikrumas vertinamas perduotos ir pateiktos vartotojui informacijos atitikimo laipsniu. Praktiškai naudojamas leistinas klaidų skaičius informacijos vienete procentine arba absoliučia išraiška.

2. Informacijos kaitos atsparumas trukdžiams vertinamas uždarojo valdymo techninės įrangos ir ryšio kanalo atsparumu trukdžių poveikiams.

3. Informacijos kaitos sparta vertinama perduodamos informacijos kiekiu per laiko vienetą.

4. Informacijos kaitos uždarumas gali būti vertinamas dešifravimo galimybės laipsniu (DGL). Naudojami keturi DGL lygiai: 0, 1, 2, 3.

DGL suprantame kaip laiko tarpą, per kurį su reikiama technine įranga galima dešifruoti perduotą per laiko vienetą (1 sek.) informaciją, jeigu apie ją ir jos kodavimą nieko nežinome. JAV dešifravimo galimybės laipsnis vadinamas “security level”. Pavyzdžiui, imama JAV federalinių tyrimų biuro turima techninė įranga (Pentium tipo kompiuteris su atitinkama programine ir informacijos priėmimo bei analizės įranga) ir dešifruojama perduota per 1 sekundę informacija:

Jeigu dešifruoti reikia keleto valandų, tai DGL-3 (angliškas atitikmuo - *low security level*).

Jeigu dešifravimas trunka 3-4 savaites, tai DGL-2 (angliškas atitikmuo - *medium security level*).

Jeigu dešifravimas trunka 1-2 mėnesius, tai DGL-1 (angliškas atitikmuo - *high security level*).

Jeigu dešifravimas trunka iki 10 metų, tai DGL-0 (angliškas - *very high security level*).

Pabrėžtina, kad DGL nustatomas vienos sekundės trukmės informacijai dešifruoti ir priklauso nuo naudojamų informacijai koduoti techninių priemonių bei informacijos šifravimo dėsnių.

Nagrinėjant aukščiau pateiktus kriterijus pastebima, kad pirmieji trys kriterijai naudojami tiek uždarosios, tiek ir atvirosios informacijos kaitai. O tik uždarųjų ryšio kanalų optimalumo kriterijumi galima laikyti ketvirtąjį kriterijų (informacijos kaitos uždarumas).

Techniniu ir ekonominiu požiūriu kodavimo optimalumas reiškia, kad kodavimo technologija būtų ekonomiška (pigi, mažų gabaritų ir svorio bei greitai veiktų), paprasta naudoti, taip pat būtų pakankamai patikima dešifravimo aspektu.

Informacijos uždarumo pagrindą sudaro kodavimas (šifravimas).

Kodavimo eigoje informacija keičiama pagal tam tikrus dėsnius.

Kodavimo dėsnis nurodo, kaip keičiama informacija, jis realizuojamas kodais.

Kodas - kodinių kombinacijų visuma, skirta informacijai koduoti (šifruoti).

Kodinių kombinacijų skaičius atitinka informacijos keitimo variantų skaičių. Kodai yra keičiami, kartu kinta ir informacijos kodavimo variantai.

Juo didesnis kodų (kodinių kombinacijų) skaičius ir juo dažniau jie keičiami, juo kodavimas patikimesnis, t.y. geresnės dešifravimo galimybės.

Kodavimo patikimumas - tikimybė, kad nustatyta laiko tarpą informacija nebus dešifruota (suprasta) neturint kodavimo duomenų.

Kokybiškai kodavimo patikimumas (P_k) gali būti išreikštas:

$$P_k = f(I) \frac{N_k}{t_{ki}},$$

čia $f(I)$ - informacijos kodavimo dėsnis,

N_k - kodų (kodinių kombinacijų) skaičius,

t_{ki} - i -osios kodinės kombinacijos (kodo) naudojimo laikas, t.y. laikas nuo i -osios kodinės kombinacijos veikimo pradžios iki jos pakeitimo kita kodine kombinacija.

Informacijos kodavimo dėsnis $f(I)$ gali būti įvairus priklausomai nuo informacijos tipo (analoginė ar diskretinė) bei jos keitimo būdų.

Informatikos teorijos požiūriu diskretinei informacijai koduoti vartojamų kodų pagrindinės charakteristikos gali būti:

1. kodinės kombinacijos ilgis (m) - kodo simbolių (skilčių) skaičius kodinėje kombinacijoje. Pagal tai kodai skirstomi į vienaskilčius ir daugiaskilčius. Vienaskilčiai kodai praktiškai beveik nevartojami, nes tokie kodai turi mažai kodinių kombinacijų, o jų skaičiui padidinti reikia palyginti sudėtingos kodavimo ir dekodavimo techninės įrangos;

2. kodo pagrindas (k) - kode vartojamų simbolių skaičius. Pagal tai kodai skirstomi į dvejetainius (labiausiai paplitę kodai) ir nedvejetainius (ketvirtainius, aštuonetainius ir kt.);

3. kodinių kombinacijų skaičius (N) - visi galimi kodinių kombinacijų deriniai. Skirstomi į leistinas kodines kombinacijas (N_k) ir draustines kodines kombinacijas (N_d). Leistos kodinės kombinacijos naudojamos informacijai perduoti. Draustinės kodinės kombinacijos į kodą neįeina, jos naudojamos kodų atsparumui trukdžiams didinti (sudaromi klaidas aptinkantys kodai, koreguojantys ir pan.).

Literatūroje galima sutikti ir kitas kodų charakteristikas.

Kodavimą kaip procesą pagal naudojimą galima skirstyti į kodavimą, naudojamą neslaptosios informacijos kaitai, ir kodavimą, naudojamą uždarosios (slaptosios) informacijos kaitai. Pastarąjį dažnai vadiname kriptografija.

Kriptografija - uždarosios (slaptosios) informacijos pateikimas.

Mokslas, nagrinėjantys kriptografiją, vadinamas **kriptologija**.

Kriptologija kaip mokslas susiformavo palyginti neseniai (paskutiniaisiais dešimtmečiais), nors kriptografiniai metodai informacijos kaitai taikomi jau gana seniai.

Galima pažymėti 1952 metais JAV prezidento išleista memorandumą apie NSA (*National Security Agency*) įkūrimą. NSA priėmė standartų bei nutarimų, reglamentuojančių informacijos apsaugą.

Buvo įforminti naudojamos įrangos reikalavimai, protokolų, informacijos kodavimo (šifravimo), autentifikacijos, uždarytų ryšio linijų, šifravimo algoritmų ir t.t. standartai.

NSA inicijavo kriptografijos darbus. Pirmasis viešas mokslinis straipsnis kriptologijos srityje buvo C.Shannon "Ryšio teorija slaptosiose sistemose".

Pagrindinis kriptologijos tikslas - karinių, diplomatinių ir vyriausybinių ryšių apsauga. Todėl savaime suprantama, kad dauguma darbų šioje srityje yra slapti, o šiems tikslams skirtos įrangos gamyba bei pardavimas daugelyje valstybių yra griežtai kontroliuojami. Nustojus naudoti kriptografinę įrangą ir metodus jie išslaptinami tik praėjus tam tikram laikui (per 20 metų). Šiuolaikinių ryšių ir ypač kompiuterinių tinklų tobulėjimas reikalauja taikyti kriptografinius metodus ne tik karinėje, diplomatinėje veikloje, bet ir bankininkystėje, versle bei kitose srityse.

Apskritai kriptologiją galima skirti į dvi dalis:

- 1) kriptografija - informacijos šifravimas ir dešifravimas,
- 2) kriptanalizė - informacijos dešifravimas, nežinant kodavimo duomenų, arba kodavimo duomenų (šifro raktų) nustatymas, siekiant sužinoti informacijos turinį.

Kriptografijos ir kriptanalizės vystymas yra glaudžiai tarp savęs susijęs.

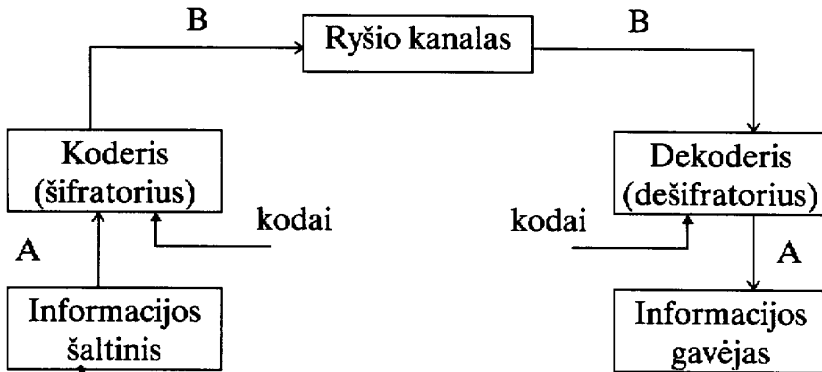
Atsižvelgiant į tai, kad perduodama ryšio kanalu informacija turi būti koduota (šifruota), informacijos kaitos schemeje turi būti kodavimo (šifravimo ir dešifravimo) įranga (3.1 pav.): koderis (šifratorius) ir dekoderis (dešifratorius).

3.1 pav. raidėmis A pažymėta nekoduota (nešifruota) informacija, o raidėmis B - koduota (šifruota) informacija. Ryšio kanale numatomos informacijos kaitos priemonės (pvz., radijo stotys, laidinės linijos ir kt.) ir terpė, kurioje vyksta informacijos kaita.

Viena iš pagrindinių informacijos uždaruomo (šifravimo-dešifravimo) sąlygų (3.1 pav.) yra ta, kad kodai, įvedami į koderį (šifratorių) ir dekoderį (dešifratorių), turi būti suderinti pagal kodines kombinacijas ir jų veikimo laiką, t.y. kodinė kombinacija, pagal kurią yra šifruojama perduodama informacija, turi atitikti kodinę kombinaciją, pagal kurią bus priimta dešifruojama informacija.

Kodai (kodinės kombinacijos) į šifratorių ir dešifratorių gali būti įvesti iš anksto ir pradeda veikti pagal iš anksto nustatytą programą

(laiką). Galima kodines kombinacijas (arba jų atitikmenis) perduoti į šifratorių ir dešifratorių atviraisiais arba uždaraisiais ryšio kanalais tik tam laikui, kol jos veikia.



3.1 pav. Informacijos kaitos schema

Kodai (kodinės kombinacijos) gali būti keičiami informacijos perdavimo ir priėmimo vietose arba distanciniu būdu, pvz., radijo ryšiuose naudojant TVS (tinklo valdymo stotį), kurios operatorius reikiamu momentu pakeičia radijo tinklu dirbančių šifratorių ir dešifratorių kodines kombinacijas.

Nagrinėjant elektrinės informacijos kodavimo (šifravimo-dešifravimo) naudojimą, galima skirti dvi sritis:

1. analoginės informacijos kaitai, pvz., garsinės (telefoninis režimas) informacijos kaitai - angliškai *security voice communication*;
2. diskretinės (skaitmeninės) informacijos kaitai, kartais vadinamos duomenų perdavimu, - angliškai *security data communication*.

Analoginės ir diskretinės informacijos kodavimas (šifravimas-dešifravimas), kaip procesas, gali skirtis naudojamais informacijos keitimo būdais bei kodavimo dėsniais.

Koduojant analoginę informaciją gali būti naudojamas laikinis (pagal laiką) kodavimas, kurio esmė yra dalijamos informacijos dalių sukeitimas vietomis laiko atžvilgiu, dažninis kodavimas, grindžiamas signalo dažnių juostų supainiojimu arba spektro inversija, rečiau amplitudinis kodavimas, pagal realizavimą panašus į amplitudės moduliavimą. Galimas variantas, kai naudojamos įvairių kodavimo būdų kombinacijos: laikinis - dažninis, laikinis - amplitudinis ir pan.

Koduoiant diskretinę (skaitmeninę) informaciją, galima naudoti laikinį, dažninį kodavimą, taip pat atlikti bet kuriuos matematinius veiksmus su informacija, kodavimui taikyti matematinių funkcijų įvairovę ir pan.

Tai gerokai palengvina diskretinės informacijos kodavimo galimybes ir kartu galima pasirinkti efektyviausius kodavimo būdus.

Atsižvelgiant į tai, kad diskretinę informaciją koduoti techniškai kur kas lengviau, be to, jos perdavimas informacijos kaitos tikrumo bei spartos požiūriu yra geresnis, plačiai naudojamas analoginės informacijos keitimas į diskretinę perdavimo vietoje ir atvirkščiai - diskretinės į analoginę priėmimo vietoje. Tai realizuojama naudojant informacijos keitiklius “analogas-skaičius” ir “skaičius-analogas”. Tokie keitikliai, gaminami mikroschemų pavidalu, yra mažų gabaritų, masės ir gali būti integruojami į ryšio priemonės, pvz., telefono aparatą, radijo stotį ir pan.

3.2. KARIUOMENĖS UŽDAROJO VALDYMO (KUV) ORGANIZAVIMAS

Kariuomenės valdymas bus sėkmingas, jeigu valdymo informacija, perduodama ryšio priemonėmis, nebus žinoma priešui ir ją supras tik tie kariai, kuriems ji siunčiama.

Kariuomenės valdyje skiriami: kovinis valdymas, bendrasis valdymas, personalo vadyba ir logistika. Suprantama, kad ne visa kariuomenės valdymo informacija yra slapta. Iškyla būtinybė klasifikuoti informacija, pagal slaptumą, pvz., neslapta, tarnybinio naudojimo, slapta, visiškai slapta. Pagal tai yra reglamentuojama informacijos kaita ryšio kanalais, t.y. numatomas atitinkamas ryšio kanalų uždarojo lygis.

Informacijos, draudžiamos perduoti atviraisiais ryšio kanalais, turinį reglamentuoja kariuomenės vadovybė.

Atviraisiais ryšio kanalais turėtų būti draudžiama perduoti:

1. kovinio valdymo informaciją (kovinius įsakymus, nurodymus, pranešimus, vado sprendimus ir pan.);
2. kovinių padalinių ir valdymo sistemos elementų dislokacijos vietas, jų pavadinimus, judėjimo kryptis, tikslus, karių skaičių, jų parengties lygį ir pan.;
3. ginkluotės, kovos technikos ir kovinio aprūpinimo priemonių duomenis, tipus, skaičių, būseną ir dislokaciją;
4. kariuomenės valdymo elementų, tarp jų uždarojo valdymo bei ryšio priemonių, duomenis, darbo režimus;

5. materialinio aprūpinimo sandėlių, bazių, remonto padalinių pavadinimus, duomenis, dislokaciją;

6. slaptus dokumentus.

Kariuomenės uždarysis valdymas turi būti organizuojamas visuose kariuomenės valdymo lygmenyse.

Organizuojant kariuomenės uždaryjį valdymą (KUV), turėtų būti atliekama:

1. KUV reglamentuojančių dokumentų rengimas ir diegimas;

2. KUV priemonių įsigijimas, naudojimas pagal paskirtį bei jų techninis eksploatavimas;

3. KUV reglamentuojančių dokumentų vykdymo, informacijos kaitos ir priemonių eksploatavimo kontrolė;

4. specialistų rengimas.

1. KUV reglamentuojantys dokumentai rengiami visų valdymo lygmenų štabuose pagal hierarchiškumo principą, t.y. aukštesnis pagal hierarchiją štabas rengia reglamentuojantį dokumentą ir siunčia pavaldiems štabams, kuriuose rengiami savo valdymo lygmens dokumentai.

Organizuojant KUV turėtų būti rengiami:

KUV planas su priedais;

informacijos kaitą (priėmimą-perdavimą), apdorojimą, pateikimą bei saugojimą reglamentuojančios instrukcijos;

KUV naudojimo pagal paskirtį bei techninio eksploatavimo dokumentai.

KUV planas rengiamas GŠ, jį tvirtina kariuomenės vadas. Plane nurodoma uždarojo valdymo bendroji tvarka, atsakingi asmenys, kurie ryšio kanalai, kuriomis priemonėmis (pagal slaptumo lygį) yra užrašomi, jų darbo režimai, laikas, ryšio kanalų ir priemonių rezervas. KUV duomenų keitimo tvarka.

Prie plano pridedama:

informacijos kaitos iki bataliono lygmens, naudojant KUV priemones, schema;

instrukcija, reglamentuojanti aplenkiamųjų ryšio kanalų bei KUV priemonių rezervo naudojimo tvarką. Joje nurodoma, kas, koku atveju ir kuriais aplenkiamaisiais ryšio kanalais rezervo KUV priemonėmis gali naudotis;

instrukcija, reglamentuojanti KUV priemonių naudojimo tvarką, keičiantis informaciją tarp kariuomenės vadovybės ir kariuomenės rūšių vadovybės. Joje nurodoma, kurie ryšio kanalai yra uždaromi kuriomis (konkrečiai) priemonėmis, jų darbo režimai, laikas, kam leidžiama dirbti su KUV priemonėmis.

Išrašas iš KUV plano su atitinkamais priedais siunčiamas kariuomenės rūšių štabams, juose rengiami KUV planai kariuomenės rūšims. Išrašai iš jų planų su atitinkamais priedais siunčiami į padalinius.

Be KUV plano su priedais, GŠ turėtų būti parengta instrukcija, reglamentuojanti KUV duomenų (šifrų, kodavimo raktų) išdavimo ir keitimo tvarką. Nurodoma, kas, koku būdu gauna KUV duomenis, kaip ir kada jie keičiami.

Instrukcijos, reglamentuojančios informacijos kaitos, apdorojimo, pateikimo bei saugojimo tvarką.

Jose nurodoma, kas ir kaip ruošia perduoti informaciją, kodavimo (dekodavimo) bei perdavimo (priėmimo) tvarka, gautos informacijos apdorojimo (kas ir koku būdu) tvarka bei koku būdu ir koku pavidalu gauta informacija pateikiama, kiek laiko ir kaip informacija turi būti saugoma.

Instrukcija, reglamentuojanti KUV priemones, jų duomenų bei informacijos naikinimo prieš užgrobimo grėsmės atveju tvarką. Nurodoma, kas, koku atveju, koku būdu naikina KUV priemones, jų duomenis, saugomą informaciją.

Išvardytos instrukcijos siunčiamos padaliniams, kuriuose yra uždarojo valdymo priemonės, ir supažindinami visi kariai, naudojantys uždarojo valdymo priemones.

2. KUV priemonių naudojimas pagal paskirtį bei jų techninis eksploatavimas turi būti organizuojamas ir atliekamas vadovaujantis ryšio priemonių techninį eksploatavimą reglamentuojančiais dokumentais bei KUV priemonių technine dokumentacija. Dabartiniu metu galioja "Laikinieji ryšio priemonių techninio eksploatavimo nuostatai", patvirtinti KA ministro 1995 10 18 įsakymu Nr. 692.

GŠ ruošia ir siunčia kiekvienos KUV priemonės dokumentus (grafikus, lenteles ir pan.), reglamentuojančius priemonių darbo režimus, laiką, kodus bei jų kodavimo laiką. Numato priemonių metinę eksploatavimo normą, reglamentų bei remontų atlikimo laiką ir tvarką.

3. KUV reglamentuojančių dokumentų reikalavimų vykdymo, informacijos kaitos ir priemonių eksploatavimo kontrolė (periodiškumas, kas, koku būdu atlieka kontrolę, kam pateikiami kontrolės rezultatai) numatoma KUV (arba atskirame) plane ir eksploatavimo dokumentuose.

4. KUV priemones eksploatuojantys specialistai rengiami visai kariuomenei.

Specialistų rengimas gali vykti keliais etapais:

pirmasis etapas - supažindinimas su KUV priemonių paskirtimi, duomenimis, sandara, funkcionavimo principais bei naudojimu pagal paskirtį;

antrasis etapas - KUV priemonių naudojimo pagal paskirtį įgūdžių įgijimas bei tobulinimas. Iš pradžių atliekamas be informacijos kaitos, po to keičiantis informacija įvairiomis situacijomis;

trečiasis etapas - KUV priemonių techninio eksploatavimo reikalavimų (gavimo ir ruošimo eksploatacijai, techninės priežiūros bei techninės būklės kontrolės) vykdymas, įgūdžių įgijimas bei tobulinimas.

ketvirtasis etapas - specialistų žinių tikrinimas. Tikrinama, kaip moka: eksploatavimo taisykles (techniką, jos paruošimą darbiui, naudojimą pagal paskirtį bei techninės priežiūros atlikimą) ir saugaus darbo taisykles.

Žinių tikrinimo rezultatai įforminami protokolu, kurį tvirtina vadas. Patvirtinęs protokolą, vadas pasirašo įsakymą, leidžiantį specialistams savarankiškai eksploatuoti specialiąsias KUV priemones.

3.3. KARIUOMENĖS UŽDAROJO VALDYMO INFORMACIJOS KAITOS PRIEMONĖS

Kariuomenės informacijos kaitos priemonės sudaro specialiosios uždarojo valdymo priemonės, naudojamos informacijai koduoti (šifruoti) bei dekoduoti (dešifruoti) ir ryšio kanalai, kurie gali būti naudojami tiek uždarojos, tiek ir atvirosios informacijos kaitai.

Specialiųjų KUV priemonių darbo pagrindą sudaro informacijos kodavimas (šifravimas). Priemonės turi garantuoti informacijos slaptumą visuose kariuomenės valdymo lygiuose. Įvairiuose valdymo lygiuose gali būti naudojamos skirtingos specialiosios KUV priemonės, bet atsižvelgiant į informacijos kaitą, jos turi būti suderintos, t.y. turi būti garantuota perduotos koduotos informacijos dešifravimo galimybė priėmimo vietoje.

Literatūroje specialiosios priemonės skirstomos pagal įvairius požymius.

KUV specialiąsias priemones galima skirstyti pagal tokius požymius:

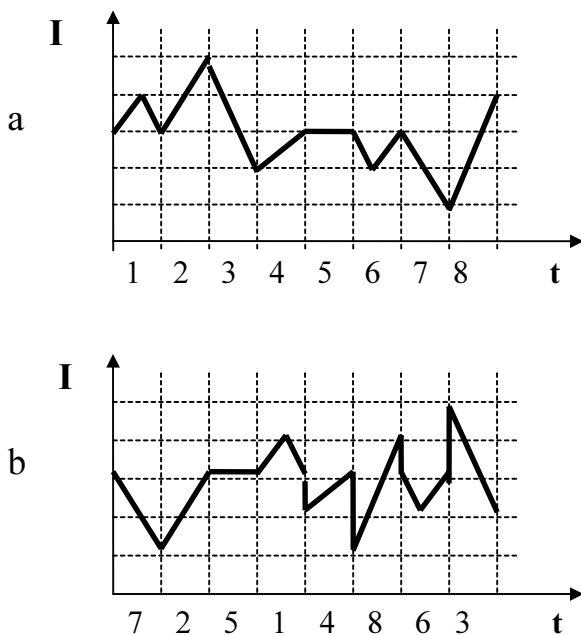
1. kodavimo būdą, naudojamą priemonėse;
2. kodavimo eigą;
3. priemonių naudojimą;
4. koduojamos informacijos slaptumą, pobūdį, apimtį ir tipą.

Trumpai paaiškinsime KUV specialiųjų priemonių skirstymą pagal pateiktus požymius (3.2 pav.).

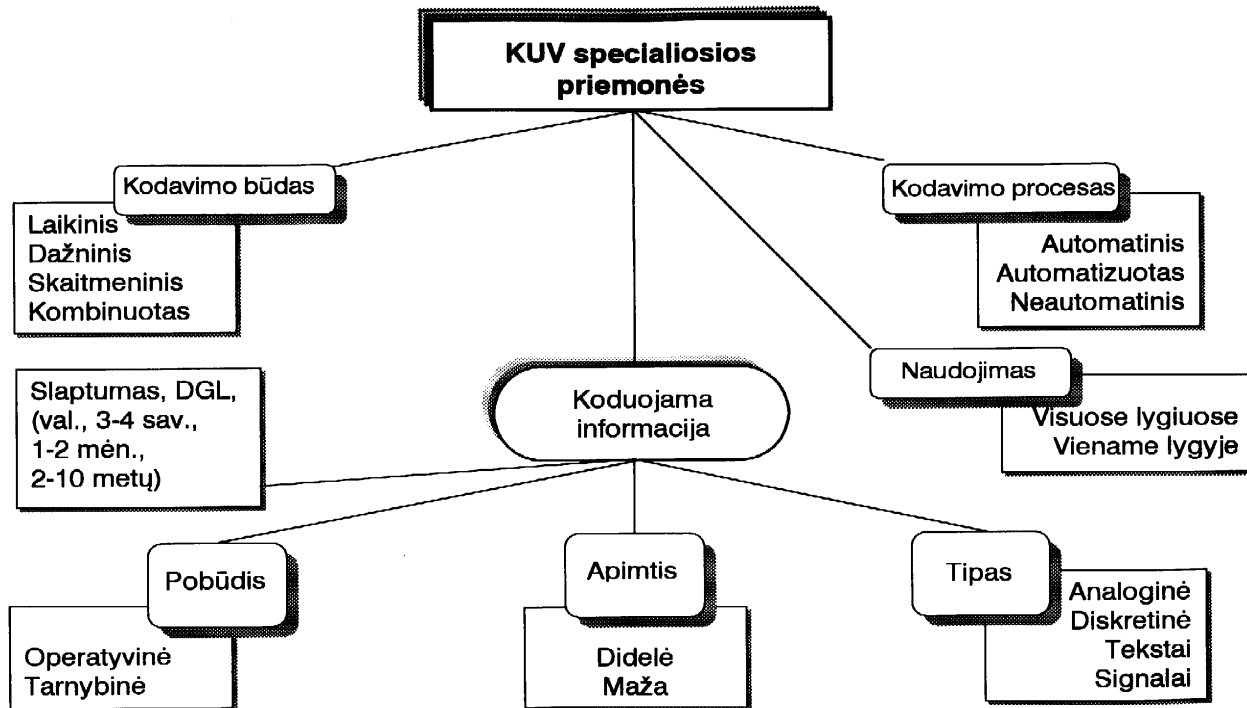
1. Specialiosiose KUV priemonėse informacijai koduoti (šifruoti) gali būti naudojami šie būdai: laikinis, dažninis, skaitmeninis bei kombinuotas, rečiau amplitudinis.

Laikinis kodavimo būdas grindžiamas informacijos sumaišymu laiko atžvilgiu. Šio būdo esmę galima paaiškinti analoginės informacijos, pvz., radijo ryšiuose, telefoniniame režime srovės, tekančios mikrofono grandimi, kaip informacijos nešiklio, kodavime (3.3 pav.).

Perduodama nekoduota informacija dalijama laiko atžvilgiu į vienodus (mūsų pavyzdyje) intervalus, kuriuos sunumeruojame. Laiko intervalai, į kuriuos dalijama informacija, parenkami atitinkamai didžiausiam perduodamos informacijos kitimo dažniui.



3.3 pav. Laikinio kodavimo principas:
a - nekoduota informacija,
b - koduota informacija



3.2 pav. KUV specialiųjų priemonių skirstymas

Laikinio kodavimo esmė yra ta, kad šifruojant sukeičiama informacijos dalių seka. 3.3 a pav. pateikta nekoduota informacija, kurios dalių seka yra 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, o 3.3 b - koduota informacija, kurios seka yra 7, 2, 5, 1, 4, 8, 6, 3, t.y. informacija sumaišyta laiko atžvilgiu.

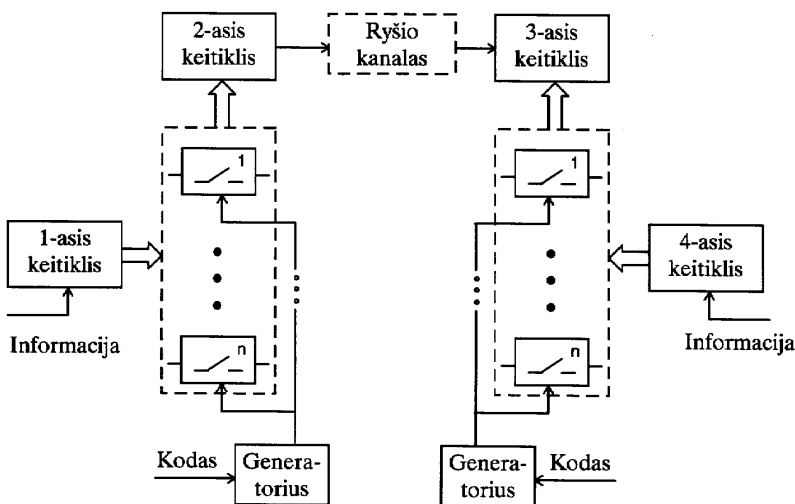
Informacijos laikinio šifravimo būdo techninė realizacija gali būti tokia, kaip pateikta 3.4 pav.

Schemoje (3.4 pav.) naudojami dviejų tipų informacijos keitikliai:

pirmojo ir trečiojo keitiklių įėjime informacija pateikiama nuosekliai laiko atžvilgiu, o išėjime - lygiagrečiai laiko diskretinių dalių, pagal kurias dalijama informaciją, atžvilgiu;

antrasis ir ketvirtasis keitikliai atlieka atvirkštinę funkciją informaciją keičia iš lygiagretaus pateikimo būdo į nuoseklų.

Informacijos perdavimo ir priėmimo dalyse pateikti kodai - laiko raktų (1, ..., n) rinkiniai, kuriuos valdo generatoriai. Raktai suveikia ir praleidžia informaciją ta seka laiko atžvilgiu, kuri nustatoma kodais (kodų kombinacijomis). Nagrinėtame pavyzdyje informacijos perdavimo vietoje raktų suveikimo seka turėtų būti: 7, 2, 5, 1, 4, 8, 6, 3, t.y. pirmas suveiktų 7-asis raktas, po jo - 2-asis ir t.t. Suprantama, kad 2-ojo keitiklio išėjime informacija laiko atžvilgiu bus išdėstyta taip, kaip parodyta 3.3 b paveikslėlyje.



3.4 pav. Laikinio kodavimo schema

Priėmimo vietoje raktai turi suveikti taip, kad 4 keitiklio iėėjime informacija bŭtų pateikta, kaip parodyta 3.3 a pav. , mŭsų pavyzdyje priėmimo punkte laiko raktų suveikimo seka bus: 4, 2, 8, 5, 3, 7, 1, 6. Jeigu perdavimo ir priėmimo punktuose laiko raktų suveikimo sekos bus tokios, kaip nurodyta aukėčiau, tai priėmimo punkte informacija bus tokia pat, kaip pateikta 3.3 a paveikslėlyje, t.y. bus deėifruota teisingai.

Pateiktas laikinio kodavimo bŭdas, priklausomai nuo realizuojamų technologijŭ, leidžia pasiekti patikimą ņifravimą.

Laikinis kodavimas literatŭroje kartais vadinamas - sumaiėytu laiko atėvilgiu.

Praktiškai naudojami įvairŭs kodavimo variantai, tiek analoginei tiek ir diskretinei (skaitmeninei) informacijai koduoti.

Daėzinio kodavimo pagrindą sudaro informacijos sumaiėymas daėznių plotmėje. Gali bŭti naudojama spektro inversija, spektro dalijimas į juostas ir jų sumaiėymas bei kiti variantai. Informacijos spektrui dalyti į atskiras dalis gali bŭti naudojami juostiniai filtrai. Jų veikimas analogiėkas laiko raktų veikimui, tik juostiniai filtrai veikia daėznių plotmėje, t.y. praleidžia tik tam tikrų daėznių, esančių jų praleidimo juostose, informaciją. Informacijai sumaiėyti daėznių plotmėje naudojami maiėikliai.

Suprantama, kad informacijos perdavimo ir priėmimo punktuose juostiniai filtrai pagal veikimą turi bŭti suderinti.

Daėzinio informacijos kodavimo perdavimo vietoje varianto schema pateikta 3.5 paveikslėlyje.

Pateiktoje (3.5 pav.) daėzinio kodavimo schemoje juostiniai filtrai (jų iš viso yra n) atlieka informacijos dalijimo funkciją daėznių plotmėje, t.y. juostinių filtrŭ iėėjime yra daėzniai, ribojami filtrŭ praleidžiamų daėznių juostomis. Maiėikliai (jų skaičius taip pat n - atitinka juostinių filtrŭ skaičių) gautas po juostinių filtrŭ daėznių juostas ($\Delta f_1, \dots, \Delta f_n$) iėdėsto daėznių aėyje atitinkamai su kodiniais daėzniais ($f_{k1}, f_{k2}, \dots, f_{kn}$), veikiančiais antruosiuose keitiklių įėjimuose iš generatoriaus. Kodiniai daėzniai (f_{k1}, \dots, f_{kn}) atitinka parinktą kodą (kodŭ kombinaciją).

Galimi ir kiti daėzinio kodavimo realizavimo variantai.

Daėzintis informacijos kodavimas praktiškai naudojamas gana plačiai tiek analoginei, tiek ir diskretinei (skaitmeninei) informacijai koduoti.

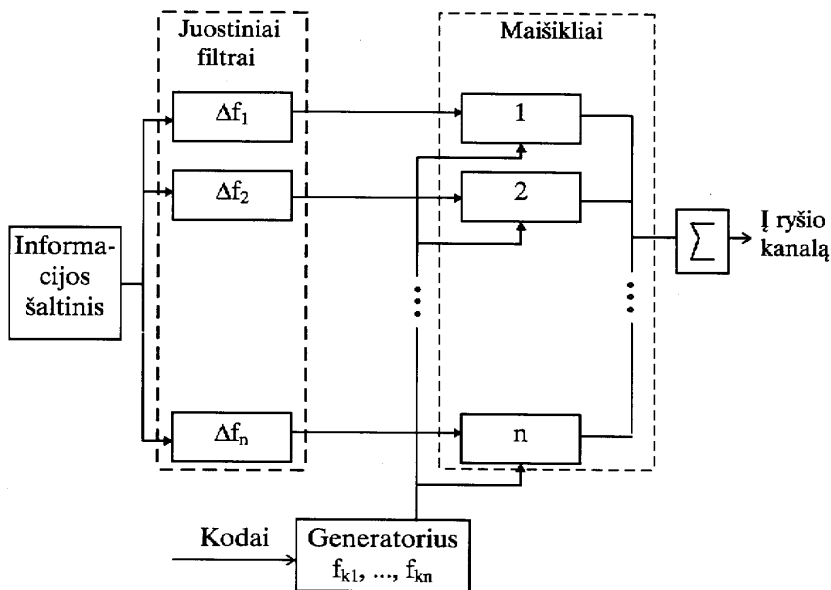
Skaitmeninis informacijos kodavimas naudojamas diskretinei (skaitmeninei) informacijai koduoti. Šis bŭdas grindžiamas tuo, kad su diskretine informacija galima atlikti visas matematines funkcijas. Naudojant šį bŭdą galimi apribojimai, kurie susiję su kodavimo (dekodavimo) procesui reikalingomis laiko sąnaudomis bei galimu informacijos iėplėtimu, koduojant informaciją.

Galima taip parinkti kodavimo dėsnį (pvz., polinomą), kad kodavimo laikas bus labai ilgas ir tokiu būdu bus neįmanoma perduoti koduotą informaciją realiu laiku, t.y. bus informacijos perdavimo bei priėmimo uždelsimas.

Koduojant skaitmeninę informaciją galimas variantas, kai kiekviena informacijos diskretė (pvz., skaitmeninės informacijos skiltis) keičiama keletu ar daugiau informacinių diskrečių, t.y. informacija kodavimo procese išsiplečia, o tai mažina informacijos kaitos spartą.

Analizuojant pateiktus apribojimus bei kodavimo dėsnio techninės realizacijos galimybes, surandami optimalūs skaitmeninės informacijos kodavimo variantai. Praktiškai naudojama daug informacijos skaitmeninio kodavimo variantų.

Amplitudinės informacijos kodavimo būdas iš esmės yra tapatus signalų amplitudės moduliavimui.



3.5 pav. Dažninio kodavimo schema (perdavimo vietoje)

Kodavimas - tai moduliavimas plačiąja prasme. Tai vienas iš pirmųjų kodavimo būdų. Dabartiniu metu retai naudojamas.

Moduliavimas kaip procesas buvo nagrinėjamas anksčiau (žr. sk. *Radio ryšio pagrindai*).

Kombinuotas informacijos kodavimo būdas apima mažiausiai du aukščiau paminėtus kodavimo būdus. Galimi laikinio ir dažninio, laikinio ir skaitmeninio bei dažninio ir skaitmeninio ir kt. kodavimo variantai.

Kombinuotas informacijos kodavimo būdas daro kodavimą patikimesnį. Naudojant šį kodavimo būdą, taip pat galimi apribojimai, susiję su kodavimo (dekodavimo) procesui reikalingomis laiko sąnaudomis bei galimu informacijos išplėtimu, koduojant informaciją, taip pat technologijų naudojimu. Nepaisant apribojimų kombinuotas informacijos kodavimo būdas dabartiniu metu yra labiausiai naudojamas.

2. Kodavimo procesas specialiosiomis priemonėmis gali būti automatinis, automatizuotas bei neautomatinis. Pastarąjį kartais vadiname rankiniu (angliškai - *manual*).

Tokio skirstymo kriterijumi yra operatoriaus dalyvavimas kodavimo procese: informacijos įvedime (išvedime), pačiame kodavime (dekodavime) bei kodavimo raktų keitime.

Automatinėse KUV specialiosiose priemonėse kodavimas vyksta automatiškai, be operatoriaus pagalbos informacija įvedama į kodavimo priemonę (aparaturą) bei išvedama automatiškai. Kodų raktai (kodų kombinacijos) gali būti keičiamos automatiškai arba gali jas keisti operatorius. Jeigu kodų raktai keičiami automatiškai (nustatytu pagal programą laiku arba po tam tikro informacijos kiekio), tokios priemonės kartais vadinamos priemonėmis su distanciniu valdymu, arba programiniu valdymu.

Jeigu kodų raktus keičia operatorius, tokias priemones vadiname vietinio valdymo.

Automatinės KUV specialiąsias priemones paprastai sudaro automatinė informacijos įvedimo (išvedimo) bei kodavimo (dekodavimo) aparatūra. Jos gali būti integruotos į paprastas ryšio priemones arba daromos kaip atskiri moduliai (blokai), tokios priemonės yra pakankamai brangios.

Automatizuotose KUV specialiosiose priemonėse kodavimas vyksta be operatoriaus pagalbos, jis tik kontroliuoja kodavimo proceso funkcijas, informaciją įveda (išveda) bei kodų raktus (kodines kombinacijas) keičia operatorius. Galimas variantas, kai kodų raktus keičia distanciniu būdu kitas operatorius, pvz., radijo ryšiuose TVS operatorius.

Automatizuotas KUV specialiąsias priemones sudaro atskira informacijos įvedimo (išvedimo) aparatūra ir kodavimo (dekodavimo) aparatūra. Dažniausiai automatizuotos priemonės daromos kaip atskiri blokai (moduliai). Jos yra pigesnės už automatines.

Neautomatinėse KUV specialiosiose priemonėse koduoja, užrašo nekoduatą ir koduatą informaciją, keičia kodavimo raktus operatorius. Tokiomis priemonėmis gali būti: kodavimo knygos, kodavimo bloknatai, kodavimo lentelės, pasikalbėjimų lentelės, signalinės (šviesos, garso, vaizdinės bei kt.) priemonės ir pan. Šių priemonių lyginamoji kaina yra mažiausia.

Patikimiausias kodavimas gali būti automatinėse KUV specialiosiose priemonėse, o blogiausias - neautomatinėse priemonėse.

3. Pagal naudojimą KUV specialiosios priemonės gali būti naudojamos visuose kariuomenės valdymo lygiuose ir naudojamos viename lygmenyje.

KUV specialiąsias priemones, naudojamas visuose kariuomenės valdymo lygiuose, diegia, jų naudojimą pagal paskirtį bei techninį eksploatavimą reglamentuoja GŠ. Šios priemonės užtikrina informacijos, perduodamos pagal valdymo hierarchiškumą iš viršaus į apačią ir atvirkščiai, slaptumą.

Žemiausią valdymo lygį, iki kurio naudojamos KUV specialiosios priemonės, nustato kariuomenės vadovybė. Savaimė aišku, kad visos priemonės gali būti suderintos pagal informacijos kaitą bei kodus (kodines kombinacijas) ir jų veikimo laiką. Kodų raktų keitimo tvarką reglamentuoja GŠ, išrašai iš kodų raktų keitimo grafiko ir kodų raktai turi būti siunčiami į kiekvienos specialiosios priemonės naudojimo pagal paskirtį vietą.

KUV specialiąsias priemones, naudojamas viename lygyje, diegia, jų naudojimą reglamentuoja vadai, kurių lygmenyje priemonės bus naudojamos. Priklausomai nuo valdymo lygmens, tai gali būti automatinės, automatizuotos ir neautomatinės KUV specialiosios priemonės.

Pavyzdžiui, jeigu KUV specialiosios priemonės skiriamos valdymui būrio arba skyriaus lygmenyje, tai paprastai bus naudojamos neautomatinės specialiosios priemonės, pasikalbėjimų lentelės, kodavimo lentelės, signalinės priemonės ir pan. Jas sudaro būrio (skyriaus) vadas ir nurodo jų naudojimo tvarką.

4. KUV specialiosios priemonės gali būti skirstomos pagal koduojamos informacijos slaptumo laipsnį, jos pobūdį, apimtį bei tipą.

Perduodamos informacijos slaptumo laipsnį nustato asmuo, pateikęs informaciją. Atitinkamai su informacijos slaptumo laipsniu parenkamos specialiosios priemonės, kurių DGL atitinka reikiamo patikimumo informacijos kodavimą (dekodavimą).

KUV specialiosios priemonės gali būti skirstomos pagal perduodamos informacijos pobūdį - operatyvinei arba tarnybinei informacijai koduoti (dekoduoti). Galimas variantas, kai ta pati specialioji priemonė naudojama tiek operatyvinei, tiek ir tarnybinei informacijai koduoti (dekoduoti).

Kaip pavyzdį galima pateikti neautomatinės visuose lygiuose naudojamos: operatyvinio radijo ryšio lentelę - tik operatyvinei informacijai koduoti (dekoduoti) arba radisto budėtojo lentelę - tik tarnybinei informacijai koduoti. Priminsime, kad tarnybinė informacija - žinios apie informacijos kaitos, apdorojimo, pateikimo bei saugojimo organizavimą, ryšio ir informacinių priemonių darbo režimus, jų derinimą bei reguliavimą ir pan.

Pagal koduojamos informacijos apimtį KUV specialiosios priemonės gali būti skiriamos: didelės apimties informacijai koduoti (pvz., tekstams, radiogramoms ir pan.) ir mažos apimties informacijai koduoti (pvz., pranešimams, signalams ir pan.). Neautomatinės KUV specialiosios priemonės - pasikalbėjimų lentelės - paprastai priskiriamos prie KUV specialiuųjų priemonių, skirtų mažos apimties informacijai koduoti.

Automatizuotos ir automatinės KUV specialiosios priemonės dažniausiai skirtos didelės apimties informacijai koduoti. Galimas atvejis, kai dėl informacijos įvedimo bei išvedimo įrangos ribotų galimybių (pvz., pranešimų gaviklis) automatinės arba automatizuotos specialiosios priemonės skiriamos mažos apimties informacijai koduoti.

Pagal koduojamos informacijos tipą KUV specialiosios priemonės gali būti skiriamos elektrinei (analoginei arba diskretinei) ir neelektrinei informacijai (tekstams bei signalams) koduoti.

Analoginei ir diskretinei (skaitmeninei) informacijai koduoti plačiai naudojamos automatinės bei automatizuotos priemonės.

Kariuomenėje naudojamą analoginę informaciją daugiausia sudaro informacija, perduodama radijo (telefoniniu režimu) bei laidinių ryšių. Reikia pažymėti, kad šiuolaikinės radijo stotys, dirbančios telefoniniu režimu, gali savo sudėtyje turėti keitikius “analogas-skaičius” bei “skaičius-analogas”. Tokiu atveju tarp radijo stočių vyksta diskretinės (skaitmeninės) informacijos kaita. Tokie pat keitikliai gali būti įrengti telefonų aparatuose, tada laidiniais ryšiais taip pat bus apskaičiuojama diskretinė (skaitmeninė) informacija.

Per kompiuterinius ryšius vyksta diskretinės (skaitmeninės) informacijos kaita, dar vadinama duomenų perdavimu (angliškai - *data communication*).

Analizuojant analoginės bei diskretinės informacijos kodavimo technologiją, galima išskirti dvi sritis:

1. analoginės ir diskretinės informacijos, perduodamos telefoniniu režimu radijo bei laidinių ryšių kanalais, kartais vadinamos garsinio ryšio kodavimu (šifravimu (angliškai - *voice security communication*));

2. diskretinės (skaitmeninės) informacijos, perduodamos skaitmeniniais radijo bei kompiuteriniais ryšio kanalais, dar vadinamos duomenų kodavimu (šifravimu) (angliškai - *data security communications*).

Pateiksime galimus realizavimo variantus.

1. Telefoninio režimo (garsinei) informacijai koduoti (šifruoti) dabartiniu metu naudojama sistema AVPS (*Analog Voise Privacy System*), kurios pagrindą sudaro informacijos šifrotoriai, vadinami skrembleriais (angliškai - *voise scrambler*).

Skrembleriuose naudojami laikinis, dažninis bei kombinuotas kodavimo būdai. Jie gali būti analoginiai bei analoginiai skaitmeniniai, naudojami atitinkamai analoginei bei diskretinei informacijai koduoti. Realizuojami kaip atskiros mikroschemos arba mikromoduliai, atitinka JAV karinį standartą ir gali būti montuojami į bet kokio tipo radijo stotį arba telefono aparatą.

Naudojant tokius skremblerius galima pasiekti DGL-1.

Siekiant pasiekti telefoninio režimo (garsinės) informaciją DGL-0, gali būti naudojami keitikliai “analogas-skaičius” bei “skaičius-analogas” su papildomu informacijos pakeitimu. Tokie įrenginiai kartais vadinami vokoderiais (angliškai - *vocoder*). Vokoderio išėjime informacija tampa skaitmenine (diskretine), todėl jai koduoti gali būti naudojami skaitmeniniai ir kombinuoti informacijos kodavimo būdai.

Vokoderiai gali būti atskiri įrenginiai, kurių gabaritai maždaug kaip telefono aparato.

Skremblerių duomenys ir jų palyginimas pateikti 3.1 ir 3.2 lentelėse.

Iš 3.1 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad skrembleriuose naudojamas dažninis kodavimo būdas suteikia galimybę gauti trečią dešifravimo galimybės laipsnį, o įvairūs kombinuoto kodavimo būdo variantai (laikinio ar dažninio) - DGL-2 arba DGL-1. Skrembleriai, pagrįsti vokoderiniais veikimo principais, sudaro galimybę gauti DGL-0.

3.1 lentelė

Skremblerių duomenys

Skremblerio pavadinimas	Informacijos kodavimo būdas	DGL
Analoginis skrembleris	Viso spektro inversija	3
Analoginis skaitmeninis skrembleris	Viso spektro inversija su sukeitimu laiko atžvilgiu	2
Analoginis skaitmeninis skrembleris	Spektras dalijamas į juostas, atliekama inversija ir sukeičiama laike	1
Skaitmenis skrembleris	Naudojamas vokoderis. Skremblerio išėjime turime skaičių seką, tai gali būti toliau panaudoti įvairūs skaitmeniniai informacijos kodavimo būdai	0

3.2 lentelė

Skremblerių palyginimas

N r.	Pavadinimas	DGL	Vieneto orientacinė kaina, JAV doleriais
1	Analoginis skrembleris, veikiantis spektro inercijos pagrindu. Kodų kiekis - 2^8	3	160
2	Analoginis skaitmeninis skrembleris, veikiantis spektro inversijos pagrindu. Kodų skaičius - $8 \cdot 10^9$	2	500
3	Analoginis skaitmeninis skrembleris SC-20-460, veikiantis spektro juostų inversijos su sumaišymu laiko atžvilgiu. Kodų skaičius - $4 \cdot 10^9$	1	600
4	Analoginis skaitmeninis skrembleris SC-20-480 tipo. Kodų skaičius - $4 \cdot 10^9$	1	800
5	Vokoderis LPC - 10 e PNVX 2017 tipo	0	8000

Kodinių kombinacijų skaičius (3.2 lentelė), bet orientacinės kainos įvairių skremblerių gerokai skiriasi.

Suprantama, kad kiekvienas informacijos vartotojas turi turėti po vieną skremblerį, nes vokoderių naudojimas yra gana brangus.

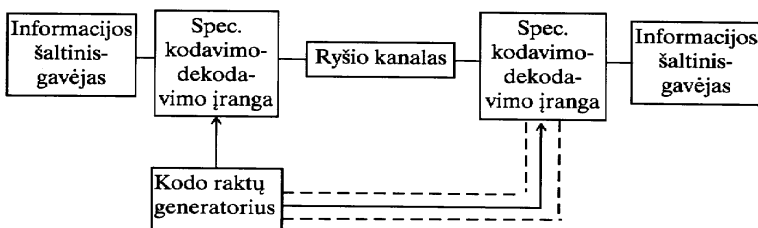
2. Diskretinei (skaitmeninei) informacijai koduoti naudojama algoritmų bei įrangos įvairovė. Teoriškai diskretinei informacijai koduoti galima naudoti visas matematinės bei logines išraiškas. Bet informacijos kodavimo techninės realizavimo galimybės yra ribotos dėl technologijų, įrangos gabaritų, veikimo laiko, patikimumo bei ekonominio faktoriaus - kainų.

Koduotos diskretinės informacijos kaita kartais vadinama koduotų duomenų kaita (angliškai - *secure data communication*).

Tai paaiškinama tuo, kad diskretinė informacija pateikiama kaip skaičių arba duomenų visuma. Todėl jai koduoti naudojami atitinkami duomenų apdorojimo algoritmai.

Kaip pavyzdį galima pateikti dvi diskretinės informacijos kriptosistemas: DES (*Data Encryption Standard* - duomenų šifravimo standartas) algoritmą ir RSA (Rivest - Shamir - Adleman - autorių sudariusių algoritmą pavardės) algoritmą.

DES algoritmas yra kriptosistema su slaptais raktais, įdiegta JAV NSA (National Security Agency) 1977 m. Sąvokos "slapti raktai" esmė yra ta, kad kodų (kodinių kombinacijų) raktai generuojami vienoje vietoje, pvz., informacijos perdavimo pusėje ir perduodama į priėmimo pusę atskirais, papildomai apsaugotais ryšio kanalais (3.6 pav.). Tai yra klasikinė, seniai naudojama schema. DES algoritme taikoma diskretinės informacijos perstatinėjimo ir sukeitimo funkciją, t.y. informacijos simbolis koduojamas 64 bitais ir po to 16 ciklų vyksta perstatinėjimas ir sukeitimas laiko atžvilgiu po 4 bitus, atitinkamai su parinktais 54 bitų kodų (kodų kombinacijų) raktais. DES algoritmas buvo realizuotas, naudojant du mikroprocesorius, japonų firmoje Fujitsu.



3.6 pav. Sistemos su slaptais raktais schema

Naudojant DES algoritmą pasiekiami DGL-0. RSA algoritmas yra kriptosistema su atvirais raktais. Naudojant šį algoritmą kodų (kodų kombinacijų) raktai perduodami iš vieno punkto į kitą tuo pačiu ryšio kalanu kaip ir koduota informacija. Raktams, kurių ilgis neviršija 512 bitų, perduoti naudojamas specialus kodavimo algoritmas. Informacijai koduoti pagal RSA algoritmą naudojamas vienpusių funkcijų metodas, kurio esmę sudaro sveiko skaičiaus kėlimas dideliu laipsniu ir skaidymas į dauginamuosius.

Oficialus pranešimas spaudoje apie kriptosistemą su atvirais raktais pasirodė 1976 metais. Kriptosistema pavadinta RSA algoritmu ir taip pat standartizuota NSA.

RSA algoritmo privalumas yra galimybė perduoti elektroninį parašą, t.y. garantuojamas perduodamos informacijos autentiškumas.

RSA algoritmas leidžia pasiekti DGL-0. 1993 metais atlikta RSA algoritmo ekspertizė, kuri patvirtino jo efektyvumą bei kodavimo patikimumą.

DES ir RSA algoritmus galima palyginti naudojant 3.3 lentelėje pateiktus duomenis.

3.3 lentelė

Charakteristikos	DES	RSA
Darbo greitis	Greitas	Lėtas
Šifravimui ir dešifravimui naudojama funkcija	Perstatinėjimas ir sukeitimas	Kėlimas laipsniu
Rakto ilgis	56 bitai	300-600 bitų
Greičiausiai atliekama kriptografijos dalis	Visiškas perrinkimas per viso rakto ilgį	Modulio išskaidymas į dauginamuosius
Laiko sąnaudos kriptanalizei	Šimtmečiai	Priklauso nuo rakto ilgio
Rakto tipas	Simetrinis	Asimetrinis

Kompiuterinių ryšių naudojimas informacijos kaitai labai praplečia informacijos kodavimo galimybes. Pvz., naudojant atsitiktinių skaičių generatorių, sudarius atsitiktinių nepasikartojančių skaičių masyvą ir parinkus reikiamą informacijos kodavimo funkciją, galima turėti pakankamai patikimą informacijos kodavimą. Šiuo atveju galima sukurti kriptosistemą su slaptais raktais, perduodant juos atskirais apsaugotais ryšio kanalais kartu su atsitiktinių nepasikartojančių skaičių masyvu.

Tekstinės informacijos kaitai gali būti naudojama kartu su kodavimo aparatūra įranga, kuri perduoda (pvz., faksai). Galimas atvejis, kai tekstinė informacija pakeičiama adekvačia elektrine diskretine informacija, o jai koduoti naudojama atitinkamai funkcionuojanti kodavimo aparatūra. Šiuo atveju gali būti naudojama diskretinės informacijos (duomenų) kodavimo algoritmų įvairovė.

Signalų (garso bei vaizdo) kodavimas grindžiamas jų reikšmės suvokimu. Signalai informacijos kaitai dažniausiai naudojami viename valdymo lygmenyje (paprastai žemiausiuose - skyrius, būrys), todėl jų reikšmę nustato atitinkamo lygmens vadas. Tuo pat metu galima pateikti keletą bendro (visuose valdymo lygmenyse) naudojimo kariuomenės valdyme signalų (pvz., sutartiniai ženklai, cheminio pavojaus signalai ir kt.). Suprantama, kad šių signalų kodavimas yra nelabai patikimas.

Reikėtų atkreipti dėmesį į tai, kad naudojant garso bei vaizdo signalus, turi būti laikomasi informacijos kaitos vienareikšmiškumo principo, t. y. perduoti signalai turi būti vienodai suprasti visų informacijos gavėjų (karių).

Reziumuojant galima pabrėžti, kad reikiamą informacijos kaitos, apdorojimo, pateikimo ir saugojimo slaptumą galima pasiekti atlikus informacijos analizę bei parinkus optimalias, informacijos slaptumo užtikrinimo požiūriu, specialiąsias KUV priemones.

Specialiųjų KUV priemonių naudojimo optimalumą galima pateikti kaip jų kodavimo ir dekodavimo patikimumą bei galimybes, funkcionavimo stabilumą (patikimumą, patvarumą ir atsparumą trukdžiams) įvairiomis sąlygomis, taip pat jų ekonomiškumą bei tobulinimo galimybes.

Reikia pažymėti, kad atsižvelgiant į Lietuvos kariuomenės šiandieninę ekonominę padėtį, labiausiai priimtinos turėtų būti neautomatinės, naudojamos tiek visuose valdymo lygmenyse, tiek ir viename valdymo lygmenyje, operatyvinei bei tarnybinei didelės ir mažos apimties teksteinei informacijai koduoti specialiosios KUV priemonės.

3.4. NEAUTOMATINIŲ SPECIALIŲJŲ KUV PRIEMONIŲ PARUOŠIMO METODIKA

Neautomatinės specialiosios KUV priemonės yra pačios ekonomiškiausios. Reikiamas kodavimo patikimumas neautomatinėmis specialiomis priemonėmis gali būti pasiekiamas didinant kodų (kodų kombinacijų) skaičių bei trumpinant jų veikimo trukmę.

Neautomatinės specialiosios KUV priemonės gali būti naudojamos visuose kariuomenės valdymo lygmenyse arba tik viename valdymo lygmenyje. Pirmuoju atveju neautomatinės specialiosios KUV priemonės ruošia ir diegia GŠ, antruoju atveju – vadas, kurio valdymo lygmenyje priemonė bus naudojama. Pastarosios paprastai naudojamos vykdant konkrečias kovos užduotis. Priklausomai nuo kodų kombinacijų skaičiaus ir jų veikimo laiko neautomatinėse specialiosiose KUV priemonėse galima pasiekti DGL-3 arba DGL-2, nors tai yra pakankamai sunkiai išsprendžiama problema.

Neautomatinės priemonės gali būti naudojamos tiek operatyvinei, tiek ir tarnybinei didelės bei mažos apimties tekstinei informacijai bei signalams koduoti (dekoduoti).

Ruošiant neautomatines signalines KUV priemones, gali būti taikoma 7 etapų metodika (3.7 pav.):

pirmasis etapas – informacijos, kuri bus koduojama, sąrašo sudarymas;

antrasis etapas – informacijos masyvo rengimas (informacijos sąrašo minimizavimas, grupavimas, standartizavimas);

trečiasis etapas – kodavimo lauko sudarymas, informacijos užrašymas kodavimo lauke;

ketvirtasis etapas – kodų (visų kodų kombinacijų) rengimas;

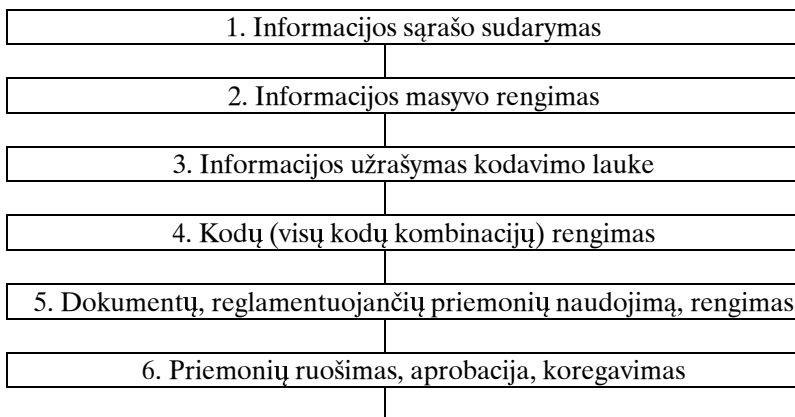
penktasis etapas – dokumentų, reglamentuojančių priemonių naudojimo tvarką, rengimas.

šeštasis etapas – priemonių paruošimas, aprobacija, koregavimas;

septintasis etapas – priemonių bei dokumentų, reglamentuojančių jų naudojimą, tvirtinimas, dauginimas ir išsiuntimas.

Paaiškinsime anksčiau pateiktą metodiką.

1. Rengiant informacijos sąrašą, surašoma visa informacija, kuri gali būti koduojama (dekoduojama) neautomatine specialiąja KUV priemone įvairiose situacijose. Informacijos sąrašė gali būti: abėcėlė, skaičiai, dimensijos, kariniai laipsniai, pareigos, vietovės ir valdymo organų pavadinimai, ginkluotės ir kovos technikos pavadinimai, padalinių ir karių veiksmai, veiksmų rezultatai, koviniai įsakymai, vado sprendimai, nurodymai ir pan.



3.7. pav. Neautomatinių specialiųjų KUV priemonių paruošimo metodika

2. Sudarius informacijos sąrašą, rengiamas informacijos masyvas. **Informacijos masyvas** – koduojamų informacijos vienetų (KIV) visuma.

KIV – minimali vienareikšmiškai koduojama informacija. KIV apimtis gali būti skirtinga, pvz., tai gali būti raidė, skaičius, standartizuotas vado kovinis įsakymas ir pan.

Rengiant informacijos masyvą, gali būti atliekamas: informacijos minimizavimas, grupavimas bei standartizavimas.

2.1. Informacijos minimizavimo tikslas - iš informacijos sąrašo išbraukti visą informaciją (raides, žodžius, sakinius ir pan.), kurių informacinė reikšmė vienoda, pvz., įrašant lietuvišką abėcėlę, gali būti išbrauktos raidės a, e, é, į ir kt. arba vietoje žodžių “atvykti, nuvykti, parvykti, vykti” masyve palikti žodį “vykti” ir pan. Atlikus informacijos minimizavimą, masyve paliekami žodžiai, sakiniai, raidės ir pan., kurių vartojimas leidžia perduoti vienareikšmišką informaciją, nors lietuvių kalbos atžvilgiu, tai gali būti traktuojama kaip klaidos.

Taigi informacijos minimizavimas leidžia sumažinti informacijos masyvo apimtį, kartu trumpina informacijos kodavimo ir dekodavimo laiką, kas ypač svarbu perduodant didelės apimties informaciją.

2.2. Informacija masyve grupuojama, tai leidžia taip pat trumpinti informacijos kodavimo ir dekodavimo laiką (informacijos paieškos etape). Informacija gali būti grupuojama išdėstant abėcėlės tvarka arba grupuojant pagal reikšmę arba pagal naudojimo dažnumą. Galimi ir kiti grupavimo (informacijos sujungimo) variantai, pavyzdžiui, informacija grupuojama pa-

gal reikšmę (atskiros grupės – kariniai laipsniai, ginkluotė, kovos technika ir pan.), o grupės viduje - pagal abėcėlę arba naudojimo dažnumą.

2.3. Informacijos standartizavimo procese rengiami valdymo dokumentai, kurie gali būti koduojami, vartojamos “nebaigtos frazės” ir pan. Pavyzdžiui, vado įsakymuose koviniams veiksams nepriklausomai nuo veiksmų vietos, laiko, priešo, savų ir sąveikaujančių padalinių pajėgų bei ginkluotės yra vienodi punktai ir pan. Todėl tokie dokumentai gali būti koduojami kaip viena kodų grupė, papildant ją kitomis kodų grupėmis. Papildomomis kodų grupėmis koduojama informacija, kuria skiriasi vienas įsakymas nuo kito atsižvelgiant į veiksmų rajoną, laiką bei naudojamas pajėgas. Gali būti vartojamas “nebaigtos frazės”. Pavyzdžiui, perduodant frazę “Persidislokuoti į _____ kvadratą ir sąveikoje su _____ pasiruošti gynybai iki ____d.____val. ____min.” galima panaudoti vieną kodinę grupę, o praleistas vietas (tekste pažymėta brūkšniu) perduoti papildomomis kodinėmis grupėmis.

Informacijos standartizavimas gerokai trumpina didelės apimties dokumentų bei pranešimų kodavimo bei dekodavimo laiką, taip pat mažina kaduotų grupių skaičių

3. Sudarius informacijos masyvą, parenkamas atitinkamas kodavimo laukas.

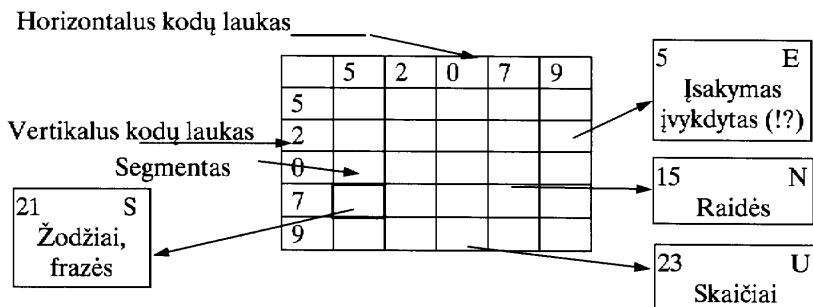
Kodavimo laukas – vieta neautomatinėje specialiojoje KUV priemonėje, kurioje įrašoma kodavimui skirta informacija. Kodavimo laukas dalijamas į segmentus. Kodavimo lauko viename segmente gali būti įrašoma vienas arba keletas KIV. Šiuo atveju naudojama informacijos tankinimo (suspaudimo) procedūra.

Kodavimo laukai gali būti simetriniai (3.8 pav.) arba nesimetriniai (3.9 pav.). Simetrinių kodavimo laukų segmentų skaičius lygus n^2 ($n=2, 3, \dots$). 3.8 pav. pateikta neautomatinė specialioji KUV priemonė, kurios kodavimo lauką sudaro 25 segmentai.

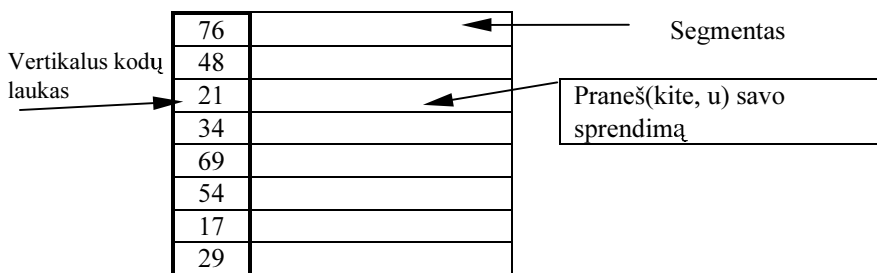
Kodavimo lauko kairėje pusėje išdėstomas vertikalus kodų laukas, padalytas į n (3.8 pav. - į penkias) dalių.

Kodavimo lauko viršuje išdėstomas horizontalus kodų laukas, kuris dalijamas taip pat į n dalių.

Kodų kombinacija, kuri veikia šiuo metu (3.8 pav. pateikta kodų kombinacija – skaičiai 5, 2, 0, 7, 9), gali būti įrašoma vertikaliame kodų lauke iš viršaus į apačią, o horizontaliame kodų lauke - iš kairės į dešinę. Galimi ir kiti kodų laukų išdėstymo variantai.



3.8 pav. Neautomatinė specialioji KUV priemonė su simetriniu kodavimo lauku (25 segmentų)



3.9. pav. Neautomatinė specialioji KUV priemonė su asimetriniu kodavimo lauku (8 segmentai)

Kodavimo lauko segmentuose įrašoma informacija, kurią reikia koduoti. Informacija segmente gali būti vieno tipo, jeigu informacija netankinama, arba kelių tipų, jeigu informacija tankinama. Pastaruoju atveju kodavimo lauke turi būti segmentai su nuorodomis, kuri informacija yra koduojama. 3.8 pav. segmente 59 įrašytas skaičius 5, raidė E ir frazė “Įsakymas įvykdytas (!?)”, jeigu koduojant nuorodos nėra – koduojama informacija, kuri įrašyta segmento viduryje, šiuo atveju frazė. Norint užkoduoti skaičius, naudojama nuoroda “skaičiai” – kodinis atitikmuo – 90, jeigu raidės – 07, grįžimas į frazių, žodžių kodavimą atliekamas naudojant nuorodą – 95 (3.8 pav.). Tokiu būdu tankinant informaciją į kodavimo lauką, turintį $N=n^2$ segmentų, galima sutalpinti iki $5(N-1)$ kodavimo informacijos vienetų.

Neautomatinė specialioji KUV priemonė su asimetriniu kodavimo lauku pateikta 3.9 pav.

Tokiose priemonėse sudaromas tik vertikalus kodų laukas. Kiekvieną kodų lauką atitinka vienas segmentas, kuriame įrašoma KIV.

Neautomatinėse KUV priemonėse su simetriniu kodavimo lauku informacijos kodavimas gali būti atliekamas tokiu būdu: kodavimo lauke surandama reikiama informacija ir užrašomi kodai iš vertikalaus bei horizontalaus kodų laukų, pvz., koduojant frazę “Įsakymas įvykdytas (!)” (3.8 pav.), kodinis atitikmuo bus 59. Dekoduojant informaciją, kodinis atitikmuo išskaidomas į vertikalų bei horizontalų kodus ir atitinkamoje eilutės bei stulpelio sankirtoje surandama užkoduotą informaciją.

Priemonėse su asimetriniu kodavimo lauku koduojamos informacijos kodinis atitikmuo surandamas pagal segmentą, kuriame įrašyta KIV. Pvz., koduojant frazę “Praneš(kite, u) savo sprendimą” (3.9 pav.), kodinis atitikmuo – 34. Dekoduojant pagal kodo reikšmę surandama užkoduota informacija.

Naudojant neautomatines specialiąsias KUV priemones didelių masyvų informacijai koduoti, ruošiamos priemonės su asimetriniu kodavimo lauku – kodavimo knygos. KIV surašomi pagal koduojamos informacijos reikšmę į knygos dalis, o dalies viduje – abėcėlės tvarka į segmentus (eilutes). Šiuo atveju kodų laukas sudaromas iš knygos dalies kodo ir segmento kodo.

Kodavimo patikimumui didinti kodavimo knygos gali būti naudojamos kartu su kodavimo (dekodavimo) bloknetais. Kodavimo bloknetuose įrašomi kodai, kurie naudojami antrajam informacijos kodavimui (pirmasis kodavimas – kodavimo knygos kodų naudojimas). Tokia priemonė gali būti priskirta dvigubo informacijos kodavimo grupei.

Dvigubo kodavimo priemonėse labiausia paplitę kodai yra atsitiktiniai, nepasikartojantys skaičiai (penkiaženkliai, šešiaženkliai ir pan.).

Koduojant informaciją, KIV atitinkanti kodavimo knygos kodų kombinacija gali būti sumuojama moduliui 10 su kodavimo blokneto kodų kombinacija, imama nustatyta tvarka (pvz., eilės tvarka).

Naudojant tokią procedūrą, gaunamas dvigubo kodavimo efektas, o tai didina kodavimo patikimumą.

4. Kodų (visų kodų kombinacijų) skaičius priklauso nuo kodavimo lauko apimties bei reikiamo kodavimo patikimumo.

Labiausiai paplitę kodai, vartojami neautomatinėse specialiosiose KUV priemonėse, yra atsitiktiniai, nepasikartojantys skaičiai.

Neautomatinėse specialiosiose KUV priemonėse su simetriniu kodavimo lauku, jeigu $N \leq 10$, dažnai vartojamas kodų kombinacijas sudaro at-

sitiktiniai nepasikartojantys vienaženkliai skaičiai. Jeigu $10 < N \leq 100$, atsitiktiniai nepasikartojantys dviženkliai skaičiai.

Kodų kombinacijos įrašomos į vertikalius ir horizontalius kodų laukus (3.8 pav., 3.9 pav.) ir keičiamos nustatyta tvarka. Priemonėse su asimetriniu kodavimo lauku priklausomai nuo segmentų skaičiaus gali būti vartojami atsitiktiniai, nepasikartojantys vienaženkliai, dviženkliai, triženkliai, keturženkliai ir penkiaženkliai skaičiai. Rečiau vartojami šešiaženkliai ir daugiau ženklų skaičiai, nes jų vartojimas ilgina informacijos kaitos laiką ryšio kanalais.

Paruošti kodai (visų kodų kombinacijos) yra surašomi į specialius blankus ir išsiunčiami vartotojams vado, organizuojančio KUV, nustatyta tvarka.

5. Dokumentai, reglamentuojantys priemonių naudojimą, rengiami vado, kurio valdymo lygmenyje bus naudojamos priemonės, nurodymu. Jeigu priemonės bendro naudojimo, dokumentus rengia GŠ.

Dokumentuose turi būti numatyta: kodų keitimo laikas ir tvarka; informacijos pateikimo, kodavimo, kaitos, dekodavimo ir saugojimo tvarka; priemonių naudojimo ir saugojimo tvarka; informacijos ir priemonių naikimo, esant grėsmei pakliūti į priešų rankas, tvarka.

6. Parengti dokumentai kartu su priemonėmis aprobuojami padaliniuose, renkamos ir analizuojamos pastabos. Koreguojamos priemonės ir dokumentai.

7. Paskutinis etapas ruošiant neautomatines specialiąsias KUV priemones – dokumentų, reglamentuojančių priemonių naudojimą, ir pačių priemonių pateikimas vadui tvirtinti, jų dauginimas (tiražavimas) bei išsiuntimas visiems (vado nustatytų) valdymo lygmenims.

3.5. ŽEMĖLAPIŲ KODAVIMAS

Kariuomenės valdymo procese kartais reikia ryšio priemonėmis perduoti informaciją apie objektų (vadaviečių, taikinių ir kt.) arba padalinių dislokacijos vietas pagal žemėlapi. Suprantama, kad priešas gali turėti tokius pat žemėlapius ir, perėmęs informaciją, sužinoti jos turinį. Tam, kad priešas nesurastų tokios informacijos, koduojami žemėlapiai. Perduodant objektų arba padalinių dislokacijos (toliau vadinsime taško) vietą, naudojamos žemėlapio kilometrinių tinklelio linijų žymos (dviženkliai skaičiai), o jeigu reikia tiksliau – ir taško nuotolis nuo kilometrinių tinklelio linijų.

Koduoiant taško vietą žemėlapyje, tikslinga koduoti tik kilometrinio tinklelio žymas, nes taško nuotolis nuo kilometrinio tinklelio linijų pagal geografinę ilgumą ir platumą netgi viename žemėlapio lape gali turėti daug vienodų reikšmių skirtinguose kvadratuose. Be to, taško nuotolio nuo kilometrinio tinklelio linijų kodavimas kur kas apsunkintų kodavimo ir dekodavimo procesą.

Žemėlapių kodavimas – žemėlapio kilometrinio tinklelio žymų (dviženklių skaičių) pakeitimas kitais skaičiais, neatitinkančiais esamos vietovės.

Taško nuoroda (koordinatės) žemėlapyje pagal NATO standartus (Merkatoriaus projekcijų sistemoje) priklausomai nuo reikiamo tikslumo išreiškiama: jeigu koordinatės nustatomos vieno kilometro tikslumu – keturženkliu skaičiumi. Pvz., Trakogalio koordinatės – 8567, čia 85 – kilometrinio tinklelio žymos (skaičiai) pagal geografinę ilgumą (horizontalę), 67 – kilometrinio tinklelio žymos (skaičiai) pagal geografinę platumą (vertikalę). Koduoti reikia visus skaičius.

Jeigu koordinatės nustatomos šimto metrų tikslumu – šešiaženkliu skaičiumi. Pvz., Trakogalio koordinatės 855675 (žemėlapis M 1:50 000). Koduoti reikia pirmą, antrą, ketvirtą ir penktą skaičius.

Jeigu koordinatės nustatomos dešimties metrų tikslumu – aštuonženkliu skaičiumi. Pvz., Trakogalio koordinatės 85556755 (žemėlapis M 1:25 000). Koduoti reikia pirmą, antrą, penktą ir šeštą skaičius.

Jeigu koordinatės nustatomos vieno metro tikslumu – dešimtženkliu skaičiumi. Pvz., Trakogalio koordinatės 8555467553 (žemėlapis M 1:10 000). Koduoti reikia pirmą, antrą, šeštą ir septintą skaičius.

Žemėlapiams koduoti buvo naudojami skirtingi būdai. Išnagrinėsime kai kuriuos iš jų: šablono (3.10 pav.), bazinio kvadrato (3.11 pav.), kilometrinio tinklelio žymų (skaičių) keitimo atsitiktiniais nepasikartojančiais dviženkliais skaičiais (3.12 pav.), vienaženklių natūralios sekos skaičių keitimo atsitiktiniais nepasikartojančiais vienaženkliais skaičiais (3.13 pav.).

1. Šablono būdas – kilometrinio tinklelio kvadratai sunumeruojami atsitiktiniais nepasikartojančiais dviženkliais skaičiais. Jie surašomi ant skaidrios plėvelės (permatomo popieriaus), kurioje nubraižytos kilometrinio tinklelio linijos bei pažymimi vienas trys kontroliniai taškai (3.10 pav. – Trakogalis), prireikus užrašoma žemėlapio lapo nomenklatūra.

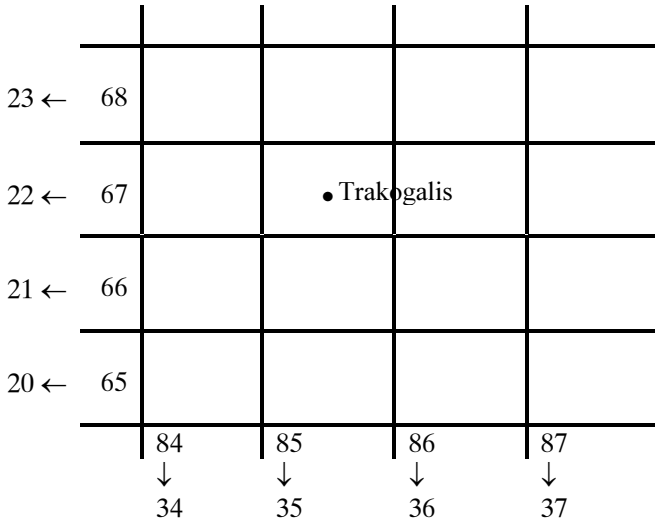
68	28	73	38	43
67	51	30• Trakogalis	93	24
66	75	87	44	14
65	31	26	52	76
	84	85	86	87

3.10 pav. Šablono būdas

Tokiu būdu paruošiamas vadinamasis šablonas, kurį uždėjus ant žemėlapių ir sutapatinus kilometrinių tinklėlių linijas, galima koduoti vietovės taškus. Kito mastelio arba lapo žemėlapiui ruošiamas kitas šablonas. Būdas nepatogus naudoti lauko sąlygomis (reikia daug šablonų, gali sušlapti). Tai vienas iš seniausių būdų, dabar praktiškai nenaudojamas.

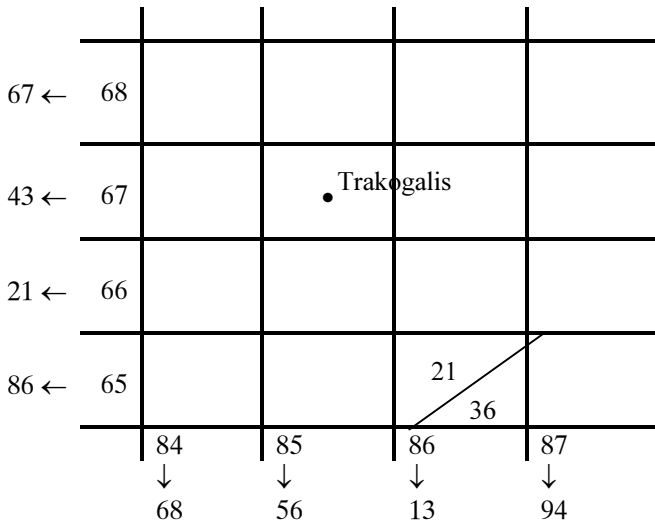
2. Bazinio kvadrato būdo esmę sudaro parinkto žemėlapių kvadrato numeravimas dviženkliais atsitiktiniais skaičiais. 3.11 pav. parodytas kvadratas 8666, kurio kilometrinių tinklėlių žymos keičiamos atitinkamai: 86 į 36, o 66 į 21.

Tokiu būdu vyksta koordinatinių perkėlimas iš kvadrato 86 66 į kvadratą 36 21. Kiti žemėlapių kvadratai skaičiuojami pradedant nuo bazinio kaip įprasta. 3.11 pav. rodyklėmis parodyta, kaip keičiamos kilometrinių tinklėlių linijų žymos. Pvz., buvo nekoduotos 855675 (šimto metrų tikslumu) Trakogalio koordinatės užkoduotos, – 355225. Šis būdas yra patogus ir geras neilgai naudoti. Jį plačiai naudojo artileristai. Naudojant šį būdą ilgai (nekeičiant bazinio kvadrato), priešas gali lengvai perprasti kodavimą.



3.11 pav. Bazinio kvadrato būdas

3. Kilometrinių tinklelio žymų keitimas atsitiktiniais nepasikartojančiais dviženkliais skaičiais (3.12 pav.) reikalauja daug atsitiktinių nepasikartojančių dviženklių skaičių (ypač jeigu naudojame ne vieną žemėlapių lapą, o kelis).



3.12 pav. Kilometrinių tinklelio žymų keitimas atsitiktiniais nepasikartojančiais dviženkliais skaičiais

Dėl šios priežasties šis žemėlapių kodavimo būdas dabartiniu metu naudojamas retai. Pvz., Trakogalio koordinatės (šimto metrų tikslumu) koduotos – 565435.

4. Vienaženklių natūralios sekos skaičių keitimas atsitiktiniais nepasikartojančiais vienaženkliais skaičiais yra paprasčiausias ir tinkamiausias lauko sąlygomis. Gali būti parenkama keletas variantų (3.13 pav.), kurių naudojimą reglamentuojama laiko grafikas.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
I variantas	3	9	6	7	2	5	1	4	0	8
II variantas	7	0	3	6	8	2	4	1	5	9

3.13 pav. Vienaženklių natūralios sekos skaičių keitimas atsitiktiniais nepasikartojančiais vienaženkliais skaičiais

Reikalinga atitinkamai parinkti dešimt vienaženklių skaičių ir jais galima naudotis skirtingo mastelio žemėlapiuose nepriklausomai nuo lapo nomenklatūros. Pvz., Trakogalio koordinatės (dešimties metrų tikslumu) koduotos I variantu – 42555155, II variantu – 18552455.

5. Vykdam žygį (reidą), pagal žemėlapi perduoti ryšio priemonėmis objekto arba padalinio buvimo vietą galima supaprastintai, naudojant žygio maršruto kodavimo būdą. Būdo esmė yra ta, kad žygio (reido) maršrutas dalijamas į keletą atkarpų. Kiekvienai atkarpai suteikiamas kodinis pavadinimas (vardas, medžio pavadinimas ir pan.) ir joje parenkama keletas orientyrų. Orientyrai numeruojami pagal judėjimo kryptį (nuo savęs) ir iš dešinės į kairę. Perduodant objekto vietą, nurodoma maršruto atkarpa, orientyro numeris ir nuotolis metrais nuo orientyro iki objekto vietos, nurodant pasaulio šalis. Pvz., 272 Beržas 3 pietryčiai 50, čia 272 – pagal pasikalbėjimų lentelę “Mano buvimo vieta”, Beržas – kodinis maršruto atkarpos pavadinimas, 3 – orientyro numeris šioje maršruto atkarpoje, pietryčiai – kryptis nuo 3 orientyro į buvimo vietą, 50 – atstumas nuo 3 orientyro iki buvimo vietos, išreikštas metrais.

Maršruto atkarpų kodinius pavadinimus, orientyrus ir jų numerius nurodo vadas, organizuojantis žygį (reidą).

Galimi ir kiti žemėlapių kodavimo variantai.

LITERATŪRA

1. Balčiūnas A., Sabaitis M., Ryšiai 1 d., V., LKA, 1996.
2. Gonorovskis I., Radiotechnikos pagrindai, V., Valstybinė politinės ir mokslinės literatūros leidykla, 1961.
3. Lietuvos Respublikos gynybos problemos, V., LKA, 1996.
4. Radijo communications in the digital age. N.Y. USA, 5/96 MG 25K B1006, 1996.
5. Ryšių technikos terminų penkiakalbis žodynas, V., Lietuvos ryšių ir informatikos ministerija, Lietuvių kalbos institutas, Vilniaus universitetas, 1994.
6. Švėgžda O., Taikomoji informacijos teorija, V., Mokslas, 1980.

TURINYS

Pratarmė.....	3
1. KARINĖ RYŠIŲ IR INFORMACIJOS SISTEMA (KRIS)	4
1.1. Bendrieji teiginiai.	4
1.2. KRIS kūrimo principai, sandara, išdėstymas vietovėje	11
1.3. Bendrieji ryšio organizavimo ir ryšių reikalavimai.....	22
1.4. Ryšio priemonių skirstymas. Informacijos tipai	28
1.5. Radijo ryšio organizavimo būdai ir režimai. Privalumai ir trūkumai	35
1.6. Ryšio organizavimas batalione (kuopoje)	43
2. RADIO RYŠIO PAGRINDAI.....	47
2.1. Bendroji radijo ryšio schema	47
2.2. Radijo bangos ir jų sklidimas.....	49
2.3. Vietovės įtaka UTB sklidimui	59
2.4. Signalai, naudojami radijo ryšiuose, jų spektrai.....	64
2.5. Signalų moduliavimas.....	77
2.6. Bendroji radijo stoties schema	87
2.7. Radijo stoties taktiniai, techniniai duomenys ir jų analizė.....	93
2.8. Radijo stočių klasifikavimas	102
2.9. Ryšio kanalai.....	104
2.10. Trukdžiai, jų šalinimo būdai	111
2.11. Radijo maskuotė.....	116
3. UŽDAROJO VALDYMO PAGRINDAI	121
3.1. Bendrosios kodavimo teorijos žinios.....	121
3.2. Kariuomenės uždarojo valdymo (KUV) organizavimas	126
3.3. Kariuomenės uždarojo valdymo informacijos kaitos priemonės.....	129
3.4. Neautomatinių specialiųjų KUV priemonių paruošimo metodika .	143
3.5. Žemėlapių kodavimas	148
LITERATŪRA	153

GENEROLO JONO ŽEMAIČIO
LIETUVOS KARO AKADEMIJA

Mikas **Sabaitis**, Arūnas **Balčiūnas**, Jurgis **Janukevičius**

RYŠIAI

II dalis

Mokomoji metodinė knyga

Atsakingasis redaktorius V.Katinas
Redagavo ir stilių tvarkė J.Budreikienė

SL Nr. 1525. Pasirašyta spausdinti
7,19 leid. apsk. l. Tiražas 300 egz. Užsakymo Nr. 395.
Išleido Generolo Jono Žemaičio Lietuvos karo akademija,
Šilo g. 5A, 2055 Vilnius.
Spausdino Leidybos centro prie Krašto apsaugos ministerijos
SENAMIESČIO SPAUSTUVĖ,
Totorių g. 27, LT-2001 Vilnius.